

Е.Л. Неврова, А.А. Снигирева, А.Н. Петров, Г.В. Ковалева
РУКОВОДСТВО ПО ИЗУЧЕНИЮ МОРСКОГО МИКРОФИТОБЕНТОСА И ЕГО ПРИМЕНЕНИЮ ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СРЕДЫ

Е.Л. Неврова, А.А. Снигирева,
А.Н. Петров, Г.В. Ковалева



РУКОВОДСТВО ПО ИЗУЧЕНИЮ
МОРСКОГО МИКРОФИТОБЕНТОСА
И ЕГО ПРИМЕНЕНИЮ
ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СРЕДЫ



ИМБИ - IMBR

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ МОРСКИХ БИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ИМ. А.О. КОВАЛЕВСКОГО

Е.Л. Неврова, А.А. Снигирева,
А.Н. Петров, Г.В. Ковалева

**РУКОВОДСТВО
ПО ИЗУЧЕНИЮ МОРСКОГО
МИКРОФИТОБЕНТОСА И ЕГО ПРИМЕНЕНИЮ
ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СРЕДЫ**



Севастополь – Симферополь
2015

УДК 581.526.323:579+504.064.3

ББК 28.082.28.591

Р84

Научный редактор: д.б.н., проф. А.В. Гаевская

Рецензенты: академик НАНУ д.б.н., проф. В.Н. Егоров, д.б.н. С.В. Кренева

Авторы: **Е.Л. Неврова**, ФГБУН Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН, Севастополь, Россия;

А.А. Снигирева, Одесский национальный университет им. И.И. Мечникова, Одесса, Украина;

А.Н. Петров, ФГБУН Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН, Севастополь, Россия;

Г.В. Ковалева, ФГБУН Институт аридных зон ЮНЦ РАН, Ростов-на-Дону, Россия.

**Р 84 Руководство по изучению морского микрофитобентоса и его применению для контроля качества среды / Е.Л.Неврова, А.А. Снигирева, А.Н. Петров, Г.В. Ковалева; ред. А.В. Гаевская. – Севастополь – Симферополь: Н.Орианда, 2015. – 176 с.: 19 илл., 4 табл., 5 прил.
ISBN 978-5-9907290-2-5**

Руководство по изучению морского микрофитобентоса содержит методические рекомендации по отбору, обработке и различным видам анализа бентосных микроводорослей Черного моря. Предложено использовать индикационные возможности микрофитов при оценке воздействия экологических стрессоров на показатели количественного развития, распределения и таксономическую структуру таксоценов. Обсуждено применение различных формализованных методов, в том числе индекса таксономической отличительности (TaxDI), для оценки биоразнообразия и состояния среды с помощью основных компонентов сообществ микрофитобентоса. Приложения содержат перечень публикаций, используемых при идентификации видов, аппроксимацию к геометрическим фигурам и поправочные коэффициенты для диатомовых, формулы расчета объема и площади поверхности одноклеточных водорослей, список видов микрофитобентоса северо-западной части Черного моря (Cyanobacteria, Ochrophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Haptophyta, Bigyra, Euglenozoa, Protozoa Incertae Sedis, Chlorophyta), список видов микрофитобентоса северо-западной части Черного моря (Bacillariophyta).

Для специалистов в области мониторинга и охраны окружающей среды, экологов, ботаников, гидробиологов, преподавателей и студентов высших учебных заведений.

Печатается по постановлению Ученого совета ФГБУН ИМБИ им. А.О. Ковалевского РАН, протокол № 6 от 29.09.2015 года.

УДК 581.526.323:579+504.064.3

ББК 28.082.28.591

Guidelines for quality control of the Black Sea. Microphytobenthos / E.L. Nevrova, A.A. Snigireva, A.N. Petrov, G.V. Kovaleva ; Ed. A.V. Gaevskaya. – Sevastopol – Simferopol : N. Orianda, 2015. – 176 p. : 19 ill., 4 tabl., 5 annex.

A Guideline for quality control of the marine microphytobenthos consists of methodical recommendations for sampling, treatment, laboratory processing and different kinds of analysis of the Black Sea benthic microalgae. It is recommended to apply the indication capabilities of microphytes for assessment the environmental stressors impact upon quantitative indices, distribution pattern and taxonomic structure of taxocenes. Application of different structural indices and non-parametric methods including taxonomic distinctness indices (TaxDI) for assessment of biodiversity features and condition of main components of microphytobenthic assemblages in different environment had discussed. The Annexes are comprised of the list of references using for taxonomical identification of species, algorithms for approximation the shape of cells by geometric figures, formulas and correction factors for calculation of volume and surface area of unicellular microalgae and, besides the check-list of microphytobenthos (Cyanobacteria, Ochrophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Haptophyta, Bigyra, Euglenozoa, Protozoa Incertae Sedis, Chlorophyta), and updated list of benthic diatoms (Bacillariophyta) from north-western part of the Black Sea.

The Guidelines is designated for hydrobiologists, ecologists, botanists, experts in ecological monitoring and wild-life conservation, and for university lecturers and students of biological specialties.

© Неврова Е.Л., Снигирева А.А., Петров А.Н.,
Ковалева Г.В., текст, иллюстрации, 2015

© ФГБУН ИМБИ им. А.О. Ковалевского РАН, 2015

© «Н.Орианда», 2015

ISBN 978-5-9907290-2-5

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОНЯТИЙ	9
2. СООБЩЕСТВА МИКРОФИТОБЕНТОСА ЧЕРНОГО МОРЯ: СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ	12
3. МЕТОДЫ ОТБОРА ПРОБ МИКРОФИТОБЕНТОСА	15
3.1. Выбор полигона исследований и сезона отбора проб	15
3.2. Планирование усилий пробоотбора	16
3.3. Методы качественного отбора проб	20
3.4. Методы количественного отбора проб	20
3.5. Определение факторов среды	23
3.6. Методы фиксации и хранения проб	25
4. ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛА И ПОДГОТОВКА ДАННЫХ ДЛЯ АНАЛИЗА	26
4.1. Предварительный просмотр качественных проб	26
4.2. Отделение микроводорослей от субстрата	27
4.3. Количественный учет микроводорослей	29
4.4. Изготовление постоянных препаратов жгутиковых и беспанцирных микроводорослей	31
4.5. Изготовление постоянных препаратов диатомовых	32
4.6. Идентификация видов микроводорослей	35
4.7. Создание списков видов и формирование баз данных	39
5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МИКРОВОДОРΟΣЛЕЙ	40
5.1. Определение объема клеток микроводорослей с помощью метода истинного объема	40
5.2. Определение объема и площади поверхности клеток донных диатомовых с помощью метода построения трехмерных геометрических моделей	43
6. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ	45
6.1. Оценка видового разнообразия сообществ микрофитобентоса	45
6.2. Анализ таксономической структуры сообщества микрофитобентоса	50
6.3. Анализ встречаемости видов и выделение видов с рангом высокой и наивысшей таксономической исключительности	60

6.4. Оценка воспроизводимости и достоверности определения в пробах видового состава диатомовых	64
6.5. Выделение значимых компонентов сообществ микрофитобентоса	68
7. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СРЕДЫ С ПОМОЩЬЮ КОМПОНЕНТОВ СООБЩЕСТВ МИКРОФИТОБЕНТОСА	75
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	78
Приложение I. СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ИДЕНТИФИКАЦИИ ВИДОВ	96
Приложение II. Приравнивание к геометрическим фигурам и поправочные коэффициенты для некоторых видов диатомовых водорослей	103
Приложение III. Стандартные формулы расчета объема, полной и боковой площади поверхности одноклеточных водорослей	104
Приложение IV. Список видов микрофитобентоса северо- западной части Черного моря (Cyanobacteria, Ochrophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Haptophyta, Bigyra, Euglenozoa, Protozoa Incertae Sedis, Chlorophyta)	109
Приложение V. Список видов микрофитобентоса северо- западной части Чёрного моря (Bacillariophyta)	124

ВВЕДЕНИЕ

Оценка состояния биоты черноморского шельфа, особенно в районах, подверженных антропогенному загрязнению, составляет основную часть экологического мониторинга. Основой для проведения подобного мониторинга является сбор данных, анализ которых способен выявить ключевые изменения в биотопах на различных уровнях – видов, популяций, сообществ. К сожалению, в традиционном мониторинге морских экосистем использование микрофитобентоса встречается редко, хотя среди иных биоиндикаторов он может играть важную роль в оценке экологических изменений, поскольку является основой продукционных связей. Биомасса донных микрофитов сопоставима с таковой фитопланктонных, а вместе они формируют 40-45% первичной продукции биосферы. Микроводоросли могут фиксировать около 20% углерода в год, поэтому их роль в глобальном цикле углерода сравнима с ролью тропических дождевых лесов [Заика, 1982; Mann, 1999; The Diatom World, 2011]. Сообщество микрофитобентоса зоны шельфа состоит из эукариотных и прокариотных микроорганизмов. Главным компонентом микрофитобентоса по обилию, видовому богатству и значимости в функционировании сообществ шельфовой зоны является отдел Bacillariophyta, на долю которого приходится до 99% численности и биомассы сообщества. Бентосные диатомовые чувствительны к изменению факторов окружающей среды, в том числе поллютантов различного генезиса, и могут служить индикаторами при комплексной оценке воздействия экологических стрессоров на показатели развития, распределения и таксономическую структуру таксоценов [Баринова и др., 2006; Гусяков, 1980; Петров и др., 2005; Petrov et al., 2010; Round, 1991].

Одной из ключевых проблем мониторинга водных экосистем является определение количественных показателей биоты, способных характеризовать качество морской среды [Borja et al., 2010 a]. Во исполнение требований Water Framework Directive (WFD) [European Commision, 2000] о поддержании оптимального экологического состояния (Good Ecological State, GES) природных ресурсов, поверхностные воды в странах ЕС подвергаются постоянному контролю, причем диатомовые водоросли используются в качестве биоиндикаторов состояния среды при мониторинге водных ресурсов уже в течение ряда лет. Экологическое просвещение должно начинаться с раннего возраста. Так, разработанный под руководством проф. Sh. Mayama (Токуо Gekugei University, Japan) Международный проект по экологическому образованию "Диатомовые водоросли" [Mayama et al., 2010], состоящий из образовательного модуля, учебного фильма и

моделирующего программного пакета SimRiver, позволяет устанавливать взаимосвязь между деятельностью человека, изменениями различных условий водной среды и реакцией диатомовых на негативные воздействия. Комплексная мультязыковая программа используется в средних и высших учебных заведениях по всему миру с целью введения в экологию водных экосистем, ознакомления с основами диатомологии и базовыми методами биоиндикации.

За последние десятилетия разработано немало индексов оценки качества воды и экологического статуса акваторий, в которых используются показатели состояния диатомовых: diatomic index, diversity index, diatom assemblage index, generic diatom index, Multimetric Diatomaceous Indices, trophic diatom index и др. [Kelly et al., 1998; Kelly, Ector, 2012; Martin et al., 2010; Rimet, Bouchez, 2011; Sabater, 2000; Tapia, 2008; Taylor et al., 2007; Torrisi et al., 2006 a, b, 2008, 2010; Triest et al., 2001], но все они применимы только для речных и озерных экосистем.

При проведении экологического мониторинга необходима унификация методов отбора, обработки и количественного анализа проб, интеркалибрация таксономического определения, стандартизация при интерпретации полученных результатов. Обычная практика заключается в том, что методики оценки качества среды (Environment Quality Accessment) разрабатываются экспертными группами, а затем оцениваются по системе, предложенной SGQAB (Steering Group on Quality Assurance of Biological Measurements). Данные методики являются частью общей деятельности по мониторингу и должны быть проведены до начала фактического мониторинга.

Так, коллегами из Института морских наук (Университет г. Щецина, Польша) разработана система постоянного национального мониторинга качества поверхностных вод в соответствии с требованиями EU WFD [Bąk et al., 2012; Bąk, Witkowski, 2013]. Все водные природные и искусственные местообитания (лотические и лентические) подразделены на группы, включающие 22 типа рек и ручьев и 13 типов водохранилищ. Для каждой группы выделены комплексы видов диатомовых, наилучшим образом соответствующие для использования в качестве критериев оптимального состояния среды GES. Для оценки экологического статуса водоемов разработаны многомерные диатомовые индексы (IO для рек и IOJ для озер, прудов, болот и водохранилищ). Результат оценки местообитания с применением данных индексов соотносится с одним из пяти статусов экологического состояния: очень хороший, хороший, умеренный, плохой, очень плохой.

При проведении мониторинга с использованием диатомовых водорослей ответственность возлагается как на исследователя, так и на агентства по инспекции и охране среды, для которых проводятся специальные обучающие курсы. Циклы лекций и практических занятий освещают все стадии биомониторинга, начиная от выбора места, методики отбора, обработки, анализа и хранения проб, и до обучения таксономической идентификации. Государственная система мониторинга в Польше, организованная Главным Инспекторатом охраны среды CIEP (Chief Inspectorate for Environmental Protection in Poland), образует разветвленную сеть станций и осуществляет мониторинг одновременно по всей территории Польши.

Применение данной комплексной методики проведения мониторинга в Польше способно принести наиболее полные и верифицированные данные для оценки качества водных биотопов с использованием пресноводных Bacillariophyta.

Директива ЕС по морской стратегии (Marine Strategy Framework Directive, MSFD) предлагает рассматривать GES на принципиально новом уровне, направленном на достижение оптимального статуса морской среды (Good Environmental State, GEnS), предполагая изучение структуры, функции и процессов в морских экосистемах и учитывая всевозможные факторы, включая антропогенные [European Commission, 2008].

Выявление индикаторов для интегральной оценки состояния морских акваторий является центральной задачей для выполнения MSFD [Rice et al., 2012]. В настоящее время подходы и методы к достижению GEnS активно разрабатываются [Borja et al., 2010 b; HELCOM, 2010; Claussen et al., 2011]. В работе A. Borja с соавторами [Borja et al., 2013] предложены 8 показателей соответствия морской акватории критериям GEnS, а всего в рамках MSFD разработано уже 11 дескрипторов, объединяющих 29 критериев и 56 индикаторов [European Commission, 2010]. Однако остается открытым вопрос о выборе тех или иных критериев и индикаторов, характеризующих морские местообитания в определенных ситуациях, например, состояние нормы или разной степени нарушения. Нужно определить те нормы и условия, характеризующие оптимальное состояние морской среды, отклонение от которых сигнализирует об изменениях. Для этого необходимо унифицировать методы морских исследований, с тем, чтобы исследователи разных регионов могли использовать единые индикаторы. Требуется также определить количественные показатели оптимального состояния морской среды [Borja et al., 2010 a]. Ключевым моментом в этом подходе является выявление индикаторов биологического разнообразия.

Базовая методология предлагаемой нами методики, помимо выделения индикационных и дискриминаторных видов, основана на анализе количественных показателей и таксономического разнообразия морского микрофитобентоса в местообитаниях с различным уровнем антропогенного и техногенного загрязнения.

В донных отложениях прибрежных акваторий в наибольшей степени концентрируются соединения тяжелых металлов, органические поллютанты, включая ПХБ, пестициды, полиароматические углеводороды (ПАУ) и нефтепродукты, поступающие в морскую среду из различных источников, в первую очередь – с береговыми стоками. Актуальность исследований распределения в грунтах различного рода загрязняющих веществ и их влияния на показатели разнообразия бентосных сообществ становится особенно острой при достижении поллютантами критических концентраций и изменения их роли от микроэлементов к токсикантам. В то же время, по мнению экспертов Black Sea Environmental Program [Black Sea Biological Diversity, Ukraine, 1998], распределение различных загрязнителей в прибрежной зоне Черного моря и реакция на них разных групп бентоса изучены недостаточно, а оценка откликов диатомовых на техногенный стресс почти не исследована. По этой причине определение индикаторной роли донных диатомовых при комплексной оценке воздействия поллютантов различного генезиса на состояние сообществ микрофитобентоса следует признать одной из важнейших задач, имеющих фундаментальное и прикладное значение [Петров, Неврова, 2004].

Одной из задач мониторинга является также оценка компонентов разнообразия сообществ микрофитобентоса в разных экологических условиях, что необходимо для сохранения генофонда видов и поддержания структурно-функциональных связей между звеньями экосистемы для ее устойчивого функционирования. Осуществление количественной оценки разнообразия должно объединять знания многих биологических дисциплин [Адрианов, 2004; Касьянов, 2002; Протасов, 2002].

Интенсивность участия микроводорослей бентоса в процессах трансформации вещества и энергии в экосистемах шельфа зависит от метаболизма отдельных особей, популяций и таксоценов, что определяется характеристиками объема и площади поверхности клеток. Для оценки таких морфометрических характеристик микроводорослей традиционно используется метод истинных объемов, при котором форма клеток аппроксимируется набором геометрических фигур [Миничева и др., 2003; Численко, 1968]. Данный метод дает удовлетворительные результаты при оценке клеток микроводорослей с

относительно простыми формами, но для клеток со сложной формой панциря (каковыми является большинство видов Bacillariophyta) он является недостаточно корректным. Это приводит к большим погрешностям при определении параметров уравнений трофодинамического баланса. В связи с этим важной задачей является разработка методов точного расчета объема и площади поверхности клеток диатомовых на основе 3D-моделирования их формы [Лях, 2010, 2012; Лях, Брянцева, 2006; Лях, Неврова, 2010; Неврова, Лях, 2006].

В нашей работе предпринята одна из первых в регионе Черного моря попыток разработать методические рекомендации для применения морского микрофитобентоса в качестве биоиндикатора при мониторинге морской сублиторали. Основной целью данного руководства является оценка и анализ показателей разнообразия и структурно-функциональных характеристик сообществ микрофитобентоса в различных экологических условиях как основы для разработки и внедрения методов биоиндикации и рекомендаций при проведении мониторинга черноморского шельфа.

Для достижения данной цели необходимо решить следующие задачи:

- Определить и оценить структурные показатели основных компонентов сообществ микрофитобентоса в различных биотопах прибрежной зоны, включая зоны супра-, суб- и литорали;
- Выделить в составе сообществ ключевые виды микроводорослей (индикационные и дискриминационные), вносящие наибольший вклад в сходство или различие между комплексами диатомовых из разных биотопов, а также виды, потенциально опасные при их интенсивном «цветении»;
- Выявить изменения в пространственном распределении и структуре сообществ микрофитобентоса под влиянием различных стрессоров природного и техногенного характера.

1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОНЯТИЙ

Понятие **сообщество микрофитобентоса** у разных авторов различается [Дуплаков, 1933; Белякова и др., 2006; Комулайн, 2003; Планта-Куни, 1982; Рябушко, 2013]. Под сообществом микрофитобентоса мы подразумеваем совокупность фотосинтезирующих микроорганизмов, прикрепленных или свободноживущих на любом подводном либо обводненном субстрате. В данном руководстве отдельно рассмотрены **сообщества микрофитобентоса рыхлых грунтов**, **сообщества фитопсаммона** и **сообщества фитоперифитона твердых**

субстратов. Фитоперифитонные сообщества имеют некоторые отличия по видовому составу микроводорослей и их индикаторным характеристикам и требуют иных методологических подходов при сборе и обработке проб. Различаются также цели, которые ставятся при проведении экологического мониторинга на разных типах субстратов [Бодяну, 1979; Ковальчук и др., 2008; Протасов, 1994].

Однако при исследованиях в прибрежной части Черного моря в условиях высокой гидродинамической активности, вызывающей интенсивное перемешивание водных масс, и наличия большой площади твердых естественных и искусственных субстратов, необходимо учитывать, что среди бентосных видов количество перифитонных организмов ожидаемо очень высокое, а различий между бентосом и перифитоном в классическом понимании не будет выявлено [Ковалева, 2006]. В таком случае, при исследованиях акваторий черноморского шельфа необходимо совмещать различные методы исследований.

Отдельное внимание следует уделить классификации микроводорослей бентоса. В иностранной литературе широко используются термины **эпипелон** и **эпипсаммон**. Эпипелон – сообщество микроводорослей, ведущих подвижный образ жизни на поверхности донных отложений, в размерном спектре от алевритов до пелитов; эпипсаммон – неподвижные водоросли, прикрепляющиеся к частицам осадков [Саут, Уиттик, 1990; McLachlan, Brown, 2006].

В последнее время большое внимание уделяется изучению контактных зон, в частности специфической зоны «море-берег». Для определения обитателей этой зоны с особыми условиями используются следующие понятия: **сообщество интерстициали** (совокупность организмов, обитающих в пространстве между песчинками) [Виноградов, 1969], частью которого является **мезофитопсаммон** (микроводоросли, обитающие в интерстициальной воде, которые прикрепляются к песчинкам либо свободно передвигаются по их поверхности) [Гусляков, Ковтун, 2000], а также **мейобентос** – животные организмы размером от 30 мкм до 1 мм, обитающие на поверхности или в толще рыхлого грунта [Воробьева и др., 1992]. Вышеуказанные размерно-экологические группы биоты объединяются понятием **псаммона**, как биотической компоненты экосистемы песчаных побережий.

Поскольку песчаные пляжи на побережье Черного моря имеют большую протяженность и площадь, то исследование псаммона весьма актуально. Благодаря исключительно высокой концентрации детрита, а также плотности поселения растительных и животных гидробионтов, песчаную литораль рассматривают в качестве «горячей точки» экологического мониторинга [Zaitsev, 2012]. Кроме того, из-за

отсутствия значительных приливно-отливных явлений в Черном море, методологические подходы, применяемые для изучения черноморской литорали, имеют свои особенности по сравнению с песчаными побережьями других морей.

Понятие **таксономического разнообразия** микрофитобентоса подразумевает иерархическую организацию сообщества, состоящего из нескольких таксономических групп высокого ранга, каждая из которых характеризуется определенной таксономической структурой. Таксономическое разнообразие возможно оценить количественно по результатам расчета индекса **таксономической отличительности**, определяющего среднюю степень филогенетического сходства между встреченными видами [Неврова, Петров, 2008; Petrov et al., 2010; Warwick, Clarke, 1998, 2001]. В данном методическом руководстве рассматривается **таксономическое разнообразие** отдела Bacillariophyta, как доминирующей части сообщества микрофитобентоса. В оценке **видового разнообразия** сообщества микрофитобентоса рассматриваются два компонента: **видовое богатство**, характеристики которого зависят от насыщенности сообщества видами и общей численности клеток микроводорослей в поселениях, и **выровненность** видовой структуры, т.е. степень равномерности распределения видов микроводорослей по обилию.

Отметим, что показатели таксономического разнообразия и видового разнообразия сообщества могут изменяться независимо друг от друга. В свою очередь, широкоизвестные индексы видового разнообразия Шеннона, Симпсона, Маргалефа, Пилу могут коррелировать между собой. Их величина определяется числом видов (или биомассой особей) и их выровненностью в распределении особей между видами. Вследствие этого, вышеназванные индексы следует применять для сравнительной оценки разнообразия только при условии, когда методы отбора количественных проб, число и объем проб, а также характер биотопов известны и сопоставимы.

Однако при анализе разнородных массивов накопленных данных, различающихся в пространственном и временном аспектах, применение данных индексов видового разнообразия не дает надежных выводов. Эти индексы сильно зависимы от размера проб и малоприспособлены для сравнительного анализа данных с неизвестным (и заведомо разным) числом повторностей при отборе проб. Поэтому применение вышеуказанных показателей для сравнительной оценки биоразнообразия, когда размер и количество отобранных проб, а также типы биотопов в местах отбора значительно различаются, заведомо малоэффективно или вообще невозможно.

Индексы таксономической отличительности не имеют отмеченных методических ограничений и не зависят от числа видов, обнаруженных при анализе различного количества проб в масштабах полигона или региона. Это позволяет выявлять региональные различия таксономической структуры диатомовых бентоса и оценивать отклонения значений индексов под воздействием экологических факторов от ожидаемого среднего уровня, рассчитанного для всего Черного моря в целом, используя массивы исторических данных, зачастую представленные лишь простыми списками видов.

Под термином **регион** мы понимаем не обладающий четкими границами целостный участок морского шельфа с более или менее однородными природными условиями, характерными физико-географическими параметрами и ландшафтной структурой дна.

Под термином **полигон** мы подразумеваем участок морского шельфа (побережье, бухта, открытая акватория и пр.), который по своим ландшафтно-географическим, физико-химическим и экологическим характеристикам репрезентативно отражает природный регион, выбранный для проведения мониторинга состояния гидробионтов в условиях развития негативных экологических изменений.

2. СООБЩЕСТВА МИКРОФИТОБЕНТОСА ЧЕРНОГО МОРЯ: СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ

Микрофитобентос Черного моря изучен значительно слабее фитопланктона, а отдельные группы почти не затронуты исследованиями. В частности, мало изучены отделы бентосных Dinophyta, Cryptophyta, Euglenophyta, обитающих в прибрежной зоне на песчаных грунтах, при том, что именно в морских песках отмечено высокое разнообразие этих групп [Коновалова, Селина, 2010]. Современные исследования в Одесском заливе Черного моря выявили более 30 видов свободноживущих флагеллят [Никонова, 2012; Снигирева и др., 2014]. Однако многие формы определены только до рода, и поэтому, не все они вошли в список видов, прилагаемый к данному руководству (Приложение IV).

Сводки по различным отделам сообщества микрофитобентоса приводятся в общих списках для Украины [Разнообразие водорослей Украины, 2000; Algae of Ukraine, 2009], а также в отдельных определителях, монографиях и работах: по цианопрокариотам [Коваленко, 2009]; по динофитовым водорослям [Крахмальний, 2011]; по зеленым [Царенко, 1990]; по отдельным группам [Герасимюк, Ковтун, 2007]; по всем группам [Рябушко, 2013]. Последний из

упомянутых синопсис включает 1025 таксонов из различных групп донных микроводорослей, отмеченных разными авторами в шельфовой зоне Черного моря: Bacillariophyta (851 вид и ввт), Cyanoprokaryota (110); Dinophyta (24), Chlorophyta (23), Chrysophyta (6), Haptophyta (4), Euglenophyta (5), Cryptophyta (2) [Рябушко, 2013]. Однако в данном списке содержится большое число планктонных видов и он не охватывает полной информации по донным диатомовым, полученной другими исследователями. Кроме того, больше половины из выполненных новых комбинаций для 35 таксонов из 19 родов диатомовых оказались невалидными. В работе Л. И. Рябушко использованы следующие системы: для диатомовых [Round et al., 1990; Witkowski et al., 2000; Бухтиярова, 2007; Levkov, 2009], для динофитовых [Коновалова, Селина, 2010], для зеленых [Царенко, 1990; Царенко, Петлеваний, 2001] и остальных групп микроводорослей [Identifying marine plankton, 1997, European register ..., 2001].

Наиболее изученным отделом микрофитобентоса является Bacillariophyta, но следует отметить неоднородность исследований в Черном море в историческом и циркумгеографическом аспектах.

В меньшей степени охвачено исследованиями побережье Болгарии, где установлено 270 видов и ввт донных диатомовых [Петрова-Караджова, 1977, Темнискова-Топалова и др., 1994; Black Sea Biological Diversity. Bulgaria, 1998]. У берегов Румынии в результате многолетних работ по изучению микроводорослей зарегистрировано 747 видов и ввт фитопланктона и микрофитобентоса [Бодяну, 1979; Bodeanu, 1987-1988; Black Sea Biological Diversity. Romania, 1997; Căraus, 2012], из которых после ревизии и синонимизации список донных диатомовых насчитывает 357 видов и ввт [Неврова, 2015].

На северо-западном шельфе Черного моря общий список бентосных диатомовых насчитывает 556 видов и ввт. Список составлен по работам [Гусляков и др., 1992; Гусляков, 2002; Неврова, 2014 а; Прошкина-Лавренко, 1963; Рябушко, 1991; Black Sea Biological Diversity, Ukraine, 1998], после исключения предположительно стенобионтных форм, обнаруженных лишь однократно в водоёмах с исключительными экологическими условиями, прежде всего, солёностью [Ковтун, 2009; Северо-западная часть ..., 2006; Black Sea Biological Diversity. Ukraine, 1998; Zaitsev, 2008].

Наибольшее видовое богатство донных диатомовых по объединенным данным [Гусляков и др., 1992; Гусляков, 2002; Кучерова, 1973; Ковальчук и др., 2008; Неврова, 2013 а, б, в, 2014 а, б; Неврова, Ревков, 2003; Неврова, Петров, 2008; Прошкина-Лавренко, 1963; Рощин и др., 1992; Рябушко, 2013; Сеничкина и др., 2004; Шоренко и др., 2013; Black Sea Biological Diversity, Ukraine, 1998;

Gastineau et al., 2012; Petrov, Nevrova, 2007, 2013 а; Nevrova et al., 2013; Witkowski et al., 2010] зарегистрировано у берегов Крыма – 882 вида и ввт [Неврова, 2015].

У побережья северного Кавказа список донных Bacillariophyta, скомпилированный по публикациям и собственным данным [Неврова, 1999-2001, неопубл. данные; Прошкина-Лавренко, 1955, 1963], охватывает 309 видов и ввт. Ф.В. Сапожников в сообществе микрофитобентоса мягких грунтов у побережья Северного Кавказа указывает 114 видов и ввт [Сапожников, 2001, 2002], но список видов в его работах отсутствует.

И практически совсем не исследован микрофитобентос у южных берегов Черного моря: в национальном докладе Турции по биоразнообразию приведены результаты изучения лишь фитопланктона, в составе которого отмечено 225 видов и ввт Bacillariophyta [Black Sea Biological Diversity. Turkey, 1998; Microplankton species ... , 1999].

Одним из последних синопсисов флоры диатомовых Украины является коллективная монография под редакцией П. М. Царенко, С. П. Вассера и Э. Нево [Algae of Ukraine, 2009], включающая сведения о таксономии, разнообразии, экологии и биогеографии 945 видов (1163 ввт) из 157 родов Bacillariophyta. Для каждого таксона приведены номенклатурные данные, включающие синонимию, встречаемость, распространение в Украине и в мире. Однако большинство приведенных в этом труде таксонов диатомовых принадлежат к почвенным, наземным либо пресноводным обитателям.

По нашим последним данным, на основании объединения материала по 5 регионам (шельфы Болгарии, Румынии, северо-западной части, Крыма и Кавказа) в Черном море зарегистрировано 1094 вида и ввт, принадлежащих к 953 видам, 149 родам, 61 семейству, 32 порядкам и 3 классам бентосных Bacillariophyta [Неврова, 2015].

К настоящему времени единственной публикацией, объединяющей информацию по диатомовым прибрежных морских обитаний Мирового океана, является обширный труд из серии "Iconographia Diatomologica", включающий 1183 видов и ввт, принадлежащих к 130 родам, и сопровождаемый более чем 4500 микрофотографиями [Witkowski et al., 2000]. Созданы также иллюстрированные региональные сводки по диатомовым сублиторали Балтийского моря, объединяющие после ревизии и интеркалибрации 500 видов и ввт [Intercalibration and distribution of diatom ..., 1993, 1994, 1995, 1996, 1998], побережья Кувейта (Персидский залив, Индийский океан) – 272 вида и ввт [Al-Yamani, Saburova, 2011], залива Тагус (Атлантическое побережье, Португалия) – 185 видов и ввт [Ribeiro, 2010]; Белого моря – более 800

видов и ввт [Бондарчук, 1980; Сабурова, 1995; Каталог биоты ... , 2008; Azovsky et al., 2013].

В связи с вышеизложенным, приходится констатировать, что достижение глобального таксономического объединения донных Bacillariophyta Мирового океана по-прежнему далеко от завершения. Локальная задача – создание чек-листа по всем группам микрофитобентоса Черного моря – также требует значительной доработки.

3. МЕТОДЫ ОТБОРА ПРОБ МИКРОФИТОБЕНТОСА

Выбор метода отбора проб зависит, в первую очередь, от задач исследования, типа водоема и субстрата, степени развития водорослей.

Наиболее широко используемым и рекомендуемым WFD для сообществ фитобентоса является **метод трансект (разрезов)**, описанный в «Guidelines for monitoring of phytobenthic plant ...» [Back, 1999] и в других публикациях [Адрианов и др., 2005; Biodiversity Research Methods, 2002]. Применение в модифицированном виде этого метода возможно и для исследований микрофитобентоса.

Как правило, экологический мониторинг охватывает все группы организмов из различных местообитаний. В этом случае работы в течение ряда лет проводят вдоль стационарных трансект, которые закладываются в пределах исследуемой акватории перпендикулярно берегу и охватывают, по возможности, все типы подводных ландшафтов.

3.1. Выбор полигона исследований и сезона отбора проб

Перед выбором полигона необходимо предварительно ознакомиться с гидрофизическими особенностями, гидролого-гидрохимическим режимом района исследования, расположением выхода сточных, дренажных или природных пресных вод, наличием гидротехнических сооружений (пирсов, волноломов) и других факторов, которые могут повлиять на качественные и количественные показатели сообщества микрофитобентоса.

Мониторинговые трансекты (разрезы) должны охватывать достаточную часть полигона для возможно более репрезентативной выборки сообществ микрофитобентоса на поверхности донных

отложений и учета факторов окружающей среды, влияющих на развитие компонентов сообщества.

Расположение трансект в районе мониторинга должно быть предварительно оценено по морским или геологическим картам. Разрезы рекомендуется закладывать с учетом репрезентативности охвата различных биотопов: рыхлые грунты, песчаные пляжи, скалистые субстраты, открытое побережье, бухты открытого и закрытого типа и др. Разрезы следует планировать по возможности в одинаковом диапазоне глубины и ориентировать перпендикулярно береговой линии. В пределах одного разреза субстрат, возможно, не будет полностью однородным.

При планировании межсезонных полевых работ необходимо принять во внимание, что в разное время года в составе сообщества преобладают различные группы микроводорослей, поэтому в исследовании необходимо учитывать сезонные колебания их численности, биомассы и видового разнообразия.

Отметим, что при оценке видового разнообразия большинство микроводорослей достигают массового развития весной и осенью, причем наибольшие значения численности и биомассы диатомовых бентоса отмечаются в марте-апреле, а наибольшее видовое богатство – в сентябре-октябре [Ковтун и др., 2012; Неврова, Гусляков, 1988; Неврова и др., 2003; Рябушко, 2013]. При проведении сапробиологического анализа наиболее благоприятным сезоном считается конец биологического лета (вторая половина сентября), характеризующийся стабильными показателями водного и температурного режимов [Комулайнен, 2003].

Классические гидробиологические и ботанические исследования предполагают регулярный (1–2 раза в месяц) отбор проб в определенное (одинаковое) время суток и в ясную штилевую погоду.

Многолетние мониторинговые исследования предполагают сбор материала один раз в год в одно и то же время в летне-осенний период (предпочтительно август-сентябрь).

Место отбора проб определяют с учетом расстояния от берега, глубины или меток, поставленных по линии разреза. Если пробы отбирают в первый раз, опытный дайвер должен осмотреть станцию отбора и обсудить расположение трансект с руководителем работ.

3.2. Планирование усилий пробоотбора

При проектировании схемы мониторинга для достаточной выборки и нивелирования пространственной неоднородности

микрофитобентоса необходимо запланировать не менее трех разрезов на каждом полигоне. Каждый из разрезов должен включать не менее трех станций на разной глубине (и больше – в случае резкой смены типа донного субстрата с глубиной). Следует также учитывать, чтобы станции, заложенные на разных разрезах на одной глубине, располагались на сходных типах субстрата. Таким образом, учитывая, что на каждой станции необходимо отбирать не менее 2 проб, в пределах исследуемого полигона следует запланировать не менее 10 станций (20 проб). Увеличение числа проб в пределах полигона повышает статистическую достоверность результатов исследований, особенно при оценке видового разнообразия. Но, принимая во внимание трудоемкость обработки микрофитобентоса, важно определить оптимальное соотношение между минимальным числом проб и получением наибольшей информации о видовом богатстве сообщества микрофитобентоса на полигоне. Несомненно, что выявление полного видового состава таких микрообъектов, как диатомовые водоросли, едва ли возможно даже при обработке достаточно большого числа проб. В таком случае оценка ожидаемого видового богатства проводится на основе расчета прогностических алгоритмов (эстиматоров) [Colwell, Coddington, 1994; Walther, Morand, 1998; Foggo et al., 2003].

Отметим, что бентосные диатомовые являются весьма специфическим микрообъектом для успешного применения эстиматорных алгоритмов для оценки уровня ожидаемого видового богатства, особенно при сравнении сходных результатов по другим группам бентоса, полученных разными авторами с использованием различных методологических подходов.

Видовой состав и количественное развитие массовых видов диатомовых в силу микромасштабности их распределения существенно различаются даже на смежных участках дна, при этом показатели видового богатства таксоцена могут изменяться в зависимости от числа проб, от корректности статистического усреднения и последующего обобщения результатов по нескольким пробам или повторностям, взятым на одной станции [Неврова и др., 2003; Brose et al., 2003; Gaston, 1996; Izsak, Price, 2001; Sanders, 1968]. В связи с этим оценка достоверности и воспроизводимости результатов при сравнении отдельных станций, как в пределах полигона, так и между полигонами, представляет особую важность, поскольку от надежности этих результатов зависят конечные выводы об особенностях структуры таксоцена в разных экологических условиях.

Планирование пробоотбора в масштабе полигона.
Выполненная ранее [Петров, Неврова, 2012 а; Petrov, Nevrova, 2014]

прогностическая оценка ожидаемого уровня видового богатства донных диатомовых на полигоне у побережья юго-западного Крыма показала, что при анализе любой одной станции (из 10) может быть выявлено 35% общего числа реально найденных на полигоне видов, любых двух станций – около 50% видов (рис. 1). Для обнаружения 80% видового богатства диатомовых на полигоне следует проанализировать не менее 5 – 6 станций.

Подтверждена воспроизводимость результатов и сходство видового состава диатомовых при сопоставлении 2 проб, просчитанных в 3 повторностях, взятых на каждой из станций, а также достоверность различий видового состава при сравнении разных станций.

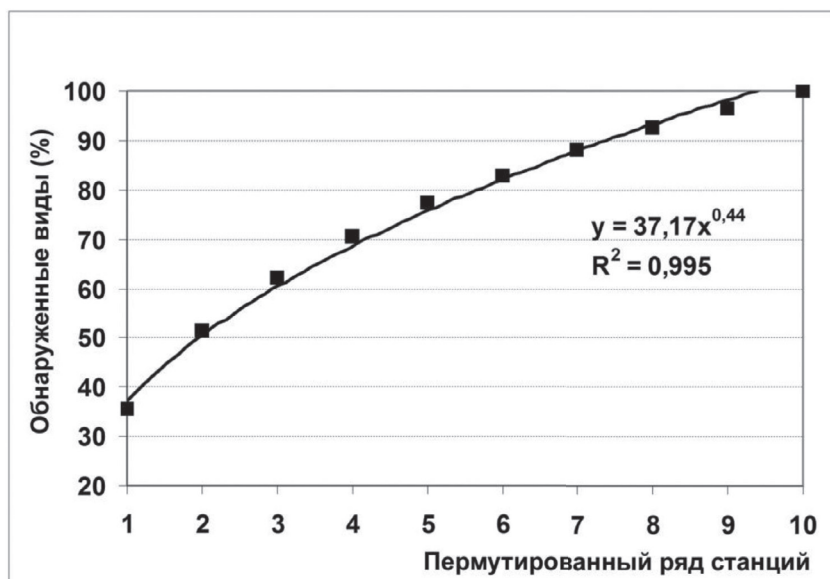


Рис. 1. Доля выявленных видов на полигоне из 10 станций в зависимости от разного числа (от 1 до 10) рассмотренных станций (по методу рандомизации при 1000-кратных перестановках).

Таким образом, полученные отличия в видовом составе таксоценов диатомовых при сравнении проб, собранных в различных биотопах, являются достоверными [Петров, Неврова, 2012 а; Petrov, Nevrova, 2014]. Подчеркнем, что обязательным условием определения видового состава диатомовых водорослей является верифицирование массовых и редких видов диатомовых по постоянным препаратам.

Планирование пробоотбора в масштабе региона. По результатам прогностической оценки ожидаемого уровня видового

богатства донных диатомовых, выполненной в масштабе региона (объединены данные по 8 полигонам Крыма, на которых выполнено 93 станции) на основе четырех эстиматоров (Jack-knife-1 и 2, Chao-2 и Karakassis- S^∞), рассчитана зависимость между усилиями пробоотбора и получением наиболее полной информации о видовом богатстве таксоцены [Петров, Неврова, 2012 б; Petrov, Nevrova, 2013 а, б]. Установлено, что для выявления около 50% всех видов Bacillariophyta, реально встреченных в регионе юго-западного Крыма на песчано-илистых грунтах в диапазоне глубин 5–45 м, требуется рассмотреть не менее 10 проб, для выявления 67% следует проанализировать не менее 20 проб, а 80% видов – около 40 (при допущении равной вероятности встречи в пробе любого вида) (рис. 2).

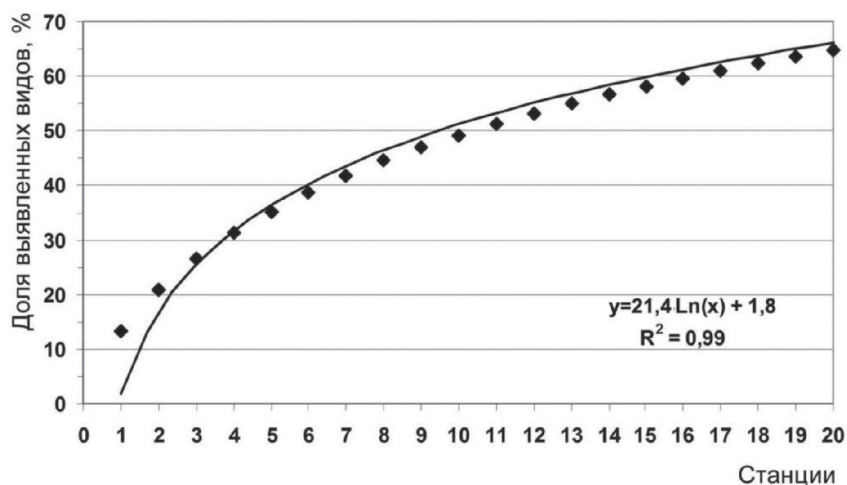


Рис. 2. Доля выявленных видов в зависимости от числа станций. Параметры уравнения рассчитаны для всего ряда станций (от 1 до 93)

Осуществление прогностической оценки видового богатства (S_{exp}) донных диатомовых рекомендуется проводить на основе метода Каракассиса S^∞ [Karakassis, 1995], дающего погрешность не более 10–13%, что в целом соответствует среднему уровню точности прогностических оценок, полученных для иных групп бентоса. Эстиматоры Chao и Jack-knife1 и 2 дают завышенную оценку S_{exp} : Chao – на 21–70%, Jack-knife – на 23–58% (в зависимости от общего числа проанализированных проб).

Использование полученного эмпирического соотношения между минимальным числом проб и наибольшей информацией о видовом богатстве донных диатомовых (см. рис. 2) может быть рекомендовано

при исследовании новых биотопов Черного моря с экологически сходными условиями и типами донного субстрата.

3.3. Методы качественного отбора проб

Для более детального анализа биоразнообразия микроводорослей бентоса на полигоне и обнаружения редких видов рекомендуется осуществить дополнительный сбор большого количества грунта и обработать его качественным способом. Хорошие результаты для получения более полного списка видов дают сборы в области цветения субстратов, а также просмотр живых нефиксированных проб.

3.4. Методы количественного отбора проб

Существующие методы отбора проб микрофитобентоса предусматривают сбор водорослей, обитающих на поверхности донных грунтов на разделе двух фаз "жидкость-субстрат" на глубине от 0 до 35 – 40 м. Поскольку максимальное видовое богатство диатомовой флоры в Черном море отмечается на глубине 2 – 15 м и резко уменьшается до минимума у нижней границы обитания 51 – 75 м [Неврова, 2015], следует заранее определить диапазон глубины исследований на полигоне, в зависимости от задач мониторинга.

Сбор и обработка количественных проб позволяет определить структурные показатели сообществ микрофитобентоса (видовой состав, численность и биомасса видов) на заданной глубине. На каждой станции, как упомянуто выше, нужно отбирать **не менее двух количественных проб**. Количество запланированных станций зависит от задач мониторинга и масштаба исследований (см. п. 2.2).

Сбор проб на рыхлых субстратах. На небольшой глубине (до 0,5 м), в зоне заплеска и выше уреза воды используют **методы ручного сбора** с помощью **мейобентосной трубки**, шприца или сифона (шланга со стеклянной трубкой на конце, в который засасывается верхний слой грунта) (рис. 3). Для количественного сбора следует использовать трубки с известным диаметром отверстия и объемом.

На глубине более 0,5 м наиболее оптимальным является отбор проб методами ручного сбора с применением легководолазного оборудования. Одновременно с отбором проб проводят визуальный осмотр дна, определяют состояние сообществ донных микрофитов, проективное покрытие дна зоо- или фитобентосом, мозаичность распределения и др. Кроме того, одновременно следует отобрать пробы грунта для гранулометрического и химического анализа.



Рис. 3. Отбор псаммона в зоне супралиторали пластиковой трубкой.

Для отбора рыхлого грунта на небольшой глубине наиболее удобен микробентометр В. С. Травянки и Л. В. Евдокимовой, который состоит из трубки длиной 30 – 40 см с диаметром 5 – 6 см (площадь захвата 19 – 28 см²), снабженный в верхней части автоматически работающим клапаном стабилизатора (рис. 4 а) [Вассер и др., 1989]. На мерной веревке трубку с открытым клапаном в вертикальном положении опускают за борт лодки. Под действием груза трубка врезается в донный грунт, при этом клапан автоматически герметично запирает верхнее отверстие. С помощью веревки трубку извлекают на поверхность; при выходе из воды нижнее отверстие закрывают ладонью, чтобы из трубки не выпал грунт. Затем верхний слой воды сливают, а трубку, содержащую грунт и остаток придонной воды, отвинчивают от стабилизатора с клапанной коробкой, встряхивают и, измерив объем и отделив верхний 2 – 3 см слой, переносят пробу в приготовленную для неё посуду. Пробу фиксируют 4 % формалином, либо сразу доставляют на обработку в лабораторию.

В случае невозможности погружения с аквалангом (зимний сезон или большая глубина), отбор проб микрофитобентоса производят с помощью **микробентометра** HYDRO-BIOS (рис. 4 b, c) либо **дночерпателя** (рис. 4 d). Основным условием при отборе проб является полная герметичность отобранного субстрата, на котором вегетируют микроводоросли [Ковтун и др., 2012]. Поэтому сбор количественных проб из дночерпателя, не оборудованного специальными заслонками, может давать погрешность, так как при прохождении сквозь толщу воды в массиве грунта, захваченном дночерпателем, может смываться часть верхнего слоя (наилка), в котором обитают микроводоросли.

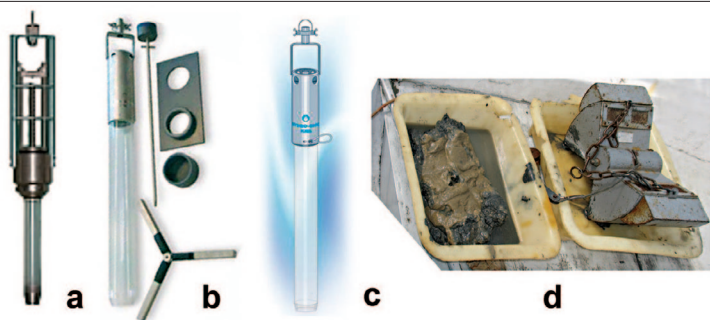


Рис. 4. Оборудование для отбора проб микрофитобентоса на рыхлых субстратах: а – микробентометр C-1; б, с – микробентометр HYDRO-BIOS, 600 мм длина x 70 мм внутренний диаметр; d – дночерпатель Петерсена

При работе на большой глубине пробы микрофитобентоса рыхлых субстратов отбирают на каждой станции в двух повторностях специальной мейобентосной трубкой (площадь отбора 16 см^2) из верхнего (2 – 3 см) слоя массива грунта, поднятого **дночерпателем**. Наиболее удобным является дночерпатель Петерсена с площадью захвата 0.04 м^2 , оборудованного специальными заслонками для препятствия размывания верхнего слоя грунта (рис. 4 d). Из этого же блока грунта одновременно отбирают пробы для гранулометрического и химического анализов донных отложений [Петров и др., 2005].

Важное замечание: при отборе пробы для анализа на содержание металлов грунт изымают пластиковой ложкой из середины массива, избегая его контакта с металлическими стенками дночерпателя, и затем помещают в пластиковые (полипропиленовые) емкости.

Сбор проб на твердых субстратах и макрофитах. Эпилитон твердых естественных и искусственных субстратов (поверхность камней, створки моллюсков, панцири ракообразных и т.д.) соскабливают скальпелем и с помощью щетки смывают морской водой в сосуд. На поверхности плоских субстратов следует отметить размерную площадку (например, $5 \times 5 \text{ см}$). Поверхность створок моллюска очищают полностью, параметры раковины следует измерить для дальнейшего расчета площади ее поверхности. С макрофитов микроэпифитон снимают щеткой, многократно смывают водой и выполаскивают в сосуде, таллом обсушивают и взвешивают.

Важное замечание: пробы субстрата любого типа следует отбирать не менее, чем в двух повторностях на каждой станции.

3.5. Определение факторов среды

Для выявления зависимости между структурой сообщества микрофитобентоса и факторами среды, оказывающими возможное влияние на ее изменения, при отборе проб необходимо учитывать следующие параметры (таблица 1). Измерения параметров, перечисленных в пунктах 1 – 19; 23; 25, и описание биотопических условий следует производить непосредственно при отборе проб. Определение переменных, указанных в пунктах 20 – 22; 24; 26 – 37, возможно проводить только в лаборатории, с помощью специальных методик химического анализа, подробные описания которых приведены в работах [Burgess et al., 2009, 2011; Petrov et al., 2010; Report ..., 2006-2009 и др.].

Таблица 1

Описание места и условий отбора проб, биотические и абиотические переменные, необходимые при мониторинге микрофитобентоса

№ п/п	Описание места отбора проб
1	Дата
2	Расположение трансекты (описание, фото, карта-схема в масштабе 1:50 000 или 1:10000)
3	Номер станции
4	Координаты станции (GPS), широта, долгота
5	Глубина станции, м
6	Орудие отбора (микробентометр / трубка / дночерпатель)
7	Площадь отобранной пробы, см ²
8	Расстояние от береговой линии до станции (если возможно), м
9	Характер субстрата (визуальная оценка – илистый, илисто-песчаный, песчаный, цвет, наличие наилка, детрита, запаха сероводорода)
10	Наличие каменистого субстрата (валуны, гряды, камни, галька и пр.)
11	ФИО исследователя
	Биотические переменные
12	Наличие цветения (визуальная оценка)
13	Наличие макрофитов (% покрытия на 1м ²)
14	Наличие мидий (или др.) (% покрытия на 1м ²)

Абиотические переменные	
15	Температура воды, °С
16	Прозрачность воды, м
17	Соленость, ‰
18	pH
19	Eh, mV
20	Органический углерод, мг × г ⁻¹ сухого веса грунта
21	Биогенные элементы (P, N, K, Si и др.)
22	Гранулометрический анализ грунта (% фракций алеврита, пелита, песка, гравия)
23	Температура грунта (при отборе донных отложений) или песка (в случае изучения фитопсаммона), °С
24	Влажность песка (в случае изучения фитопсаммона), %
25	Погодные условия (облачность, направление ветра, др.)
Антропогенные загрязнители	
Металлы (мкг × г⁻¹ сухого веса грунта)	
26	Hg
27	Cu
28	Cd
29	Zn
30	Cr
31	Mn
32	Pb
33	Ni
Органические поллютанты (нг × г⁻¹ сухого веса грунта)	
34	Хлорорганические соединения (пестициды) (сумма ДДТ+ДДД+ДДЕ)
35	Хлороформ-экстрагируемые битумоиды
36	Полиароматические углеводороды (сумма 16 – 18 наиболее токсичных изомеров)
37	Полихлорбифенилы (сумма тетра-, пента-, гекса- и гепта-конгенов)

Выбор данного набора абиотических переменных, включая техногенные поллютанты, основан на результатах исследований шельфа юго-западного Крыма [Неврова, 2013 а, б, в, 2014 б; Петров, Неврова, 2004; Петров и др., 2005; Petrov et al., 2010]. По результатам анализа 24 физико-химических параметров донных отложений и показателей структуры таксоценоза диатомовых, выполненного по алгоритмам расчета коэффициентов ранговой корреляции Спирмена (ρ_{\max}) [Clarke, Warwick, 2001] и индексов таксономического разнообразия [Warwick, Clarke, 1998, 2001], выделена комбинация ключевых абиотических факторов, которые в наибольшей степени

могут определять количественное распределение донных диатомовых в биотопе:

**глубина + фракция грунта 0,25÷0,1 мм + Eh + Cd + Mn + ПХБ + Zn +
+ Cu + Pb + Ni + Hg + ХОП**

Комбинация перечисленных факторов и их сочѐтанное влияние на микрофитобентос могут изменяться в зависимости от значения переменных в конкретном биотопе, но три ведущие позиции неизменно занимают параметры глубины, содержания алевритово-пелитовых фракций и редокс-потенциала грунта. Следует отметить, что влияние глубины в биологическом смысле является опосредованно фактором освещенности, играющей для автотрофных микроводорослей приоритетную роль.

Повышенное содержание техногенных поллютантов в донных отложениях оказывает статистически достоверное влияние на изменения структуры таксоценоза диатомовых и показатели их таксономического разнообразия [Неврова, 2013 б, в, 2014 б; Петров, Неврова, 2004; Петров и др., 2005; Petrov et al., 2010].

3.6. Методы фиксации и хранения проб

Собранные на одной станции пробы подразделяются на фиксированные и живые, качественные и количественные. Живой материал хранят в холодильнике в стеклянных или полиэтиленовых сосудах, пробирках, банках в закрытом виде или в стерильных пакетах из полиэтилена либо плотной влажной бумаги.

Подлежащий фиксации материал помещают в чистую сухую стеклянную посуду и фиксируют 4% раствором формалина, не влияющим на морфологическую структуру диатомовых и сине-зеленых водорослей. Фиксация 40% этиловым спиртом также не вызывает морфологических изменений клеток микроводорослей, но может слегка обесцветить хлоропласты. Исследователь должен решить самостоятельно, какой из фиксаторов предпочтительнее, но следует помнить о вреде паров формалина и проводить фиксацию в вытяжном шкафу.

При исследовании эвгленовых, динофитовых, зеленых водорослей целесообразно использовать более мягкие фиксаторы, не разрушающие клеточные стенки водорослей, например, раствор Люголя (1 г KI и 1 г I₂ в 100 мл H₂O). Однако длительное хранение таких проб нежелательно по причине возможного развития в них бактерий и грибов.

Хорошие результаты показал метод фиксирования образцов глютаровым альдегидом ($C_5H_8O_2$) (конечная концентрация в пробе 1 – 2%). Изначально этот фиксатор использовался для изучения планктона методом эпифлуоресцентной микроскопии [Caron, 1983]. Поскольку глютаровый альдегид не разрушает оболочку жгутиковых водорослей, он может быть использован для изучения эвгленовых, динофитовых, зеленых и золотистых водорослей. В отличие от раствора Люголя, данный фиксатор не окрашивает внутреннее содержимое клеток, что упрощает идентификацию некоторых видов. Пробы, зафиксированные глютаровым альдегидом, следует хранить при низких температурах.

Каждая собранная проба обязательно должна быть снабжена этикеткой. На этикетках, заполняемых простым карандашом, тушью или водостойкой пастой, указывают дату, место сбора, тип водоёма, номер пробы, глубину, фамилию сборщика и другую необходимую информацию. Этикетки желательно делать на пергаменте либо плотной бумаге, не размокающей в воде.

4. ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛА И ПОДГОТОВКА ДАННЫХ ДЛЯ АНАЛИЗА

Выбор методики для обработки материала зависит от исследуемых групп бентосных микроводорослей. Изучение жгутиковых водорослей проводится в живом состоянии на водных препаратах, с применением светового фазово-контрастного микроскопа.

При исследовании зеленых водорослей целесообразно выделение изолированных клеток и введение их в культуры для последующей идентификации.

При изучении диатомовых водорослей количественные пробы просчитываются в водном препарате для установления показателей развития таксоцена (см. п.п. 4.3), затем для таксономической идентификации из каждой пробы изготавливаются постоянные препараты по методике, изложенной ниже (см. п.п. 4.5).

4.1. Предварительный просмотр качественных проб

Собранный материал предварительно просматривают под световым микроскопом в живом состоянии в день сбора, чтобы отметить качественное состояние водорослей до наступления изменений, вызванных хранением живого материала или фиксацией проб (образование репродуктивных клеток; разрушение клеток и

колоний; изменения формы тела, формы и окраски хлоропластов; потеря жгутиков и подвижности и т. д.). Это особенно важно при изучении зеленых, эвгленовых, синезеленых, криптофитовых, динофитовых, то есть тех групп водорослей, идентификация которых связана с типом их движения. Рекомендуется произвести фотосъемку, результаты которой в дальнейшем позволят более точно описать состояние сообществ микрофитобентоса.

Просмотр живых проб также помогает оценить состояние альгологических сообществ в целом, мозаичность распределения, подвижность отдельных видов, структуру и расположение колоний. В этом случае желательно просматривать пробы прямо на частицах субстрата (иле, песке, талломах макрофитов и т. д.).

Водоросли, в зависимости от их размеров, изучают в световом микроскопе с использованием разных систем объективов и окуляров в проходящем свете или методом фазового контраста с соблюдением обычных правил микроскопирования.

Для микроскопического изучения живого материала готовят водные или водно-глицериновые препараты: на предметное стекло наносят каплю исследуемой жидкости из пробы или помещают субстрат с обрастаниями в раствор глицерина в воде (кусочки макрофитов, песок или другой материал). При длительном изучении препарата жидкость под покровным стеклом может подсыхать, поэтому её следует добавлять по мере необходимости.

При изучении подвижных водорослей с монадной структурой, а также шовных диатомей следует приостановить их движение. Для этого препарат или немного нагревают, или добавляют в него раствор йода, формальдегид, хлоралгидрат или хлороформ. Количество фиксатора устанавливают экспериментально в зависимости от специфики объекта. Чаще всего применяют раствор Люголя, состоящий из глицерина и йода, который не только хорошо фиксирует водоросли, но и одновременно окрашивает крахмал клеток в синий цвет.

4.2. Отделение микроводорослей от субстрата

При световом микроскопировании частицы грунта могут препятствовать идентификации и подсчету клеток, поэтому целесообразно удалять их из пробы.

Для более полного отделения эпипелона и эпипсаммона хорошие результаты приносит метод обработки с помощью ультразвука [Неврова, Ревков, 2003]. Для этого пробы рыхлого грунта в сосудах

или пакетах помещают в водяную камеру ультразвуковой установки и подвергают обработке в течение 20 мин.

Далее пробы перемешивают и удаляют случайные примеси путем процеживания сквозь мелкоячеистое сито с отверстиями диаметром 0,5 – 1 мм². Затем оставшийся осадок заливается дистиллированной водой (50 мл) и взбалтывается в течение 3 мин, после чего снова фильтруется через сито. Процедуру следует провести трехкратно, в результате получается смыв неприкрепленных микроводорослей (объемом до 500 мл), который сгущается **методом седиментации** или **фильтрации** [Александров, Тарасенко, 2006].

Метод седиментации заключается в отстаивании емкостей с пробой в течении 10-12 дней. В зависимости от густоты пробы, ее переливают в посуду меньшего объема и повторно отстаивают. После этого воду над осевшими водорослями отсасывают сифоном, доводя конечный объем пробы до 100 мл. После этого проба готова к обработке.

Метод фильтрации является быстрым методом сгущения альгологических проб. Для этого необходимы: колба Бунзена, фильтровальная воронка, мелкопористые фильтры, вакуумная резиновая трубка, вакуумный насос (насос Комовского). Недостатками метода являются потеря при фильтрации водорослей с размерами клеток меньше 10 мкм и возможное повреждение морфологических структур клетки, которые являются основными систематическими признаками.

Для избежания потерь мелкоклеточных видов применяют более длительный **метод декантации** [Диатомовые водоросли, 1974].

Декантирование пробы. Примеси ила и глинистых частиц в пробе следует удалять многократным (до 10–15 раз) декантированием и отмыванием в дистиллированной воде, при этом каждый раз продолжительность отстаивания суспензии грунта должна быть не менее 6 ч.

Отмывание пробы. Более быстрое отмывание пробы от фиксатора и растворимых солей можно производить осаждением содержимого пробы путем центрифугирования в течение 10 мин со скоростью не более 3000 об. × мин⁻¹. Затем надосадочную жидкость осторожно сливают без взмучивания осадка либо отсасывают сифоном, после чего в пробирку добавляют дистиллированную воду, осадок осторожно перемешивают и снова центрифугируют. Для окончательной промывки пробы процесс повторяют до трех-семи раз.

4.3. Количественный учет микроводорослей

В лаборатории из пробы рыхлого грунта после обработки ультразвуком делают навеску 50 г, доводят ее до объема 500 мл и тщательно перемешивают. Из каждой пробы необходимо оставить небольшую часть суспензии (20 – 50 мл) для постоянного хранения в лабораторной коллекции, зафиксировав 4% раствором формальдегида.

Поскольку диапазон глубины отбора проб может варьировать от 0 до 75 м, а диапазон размеров клеток, обитающих на разной глубине – до 3 порядков, для количественного учета клеток наиболее приемлемой к использованию является камера Горяева (объем просматриваемой суспензии 7 мм³).

Можно использовать также счётные камеры Нажотта, Фукса-Розенталя и др., в которых исследуемый объём суспензии пробы фиксирован и известен (объем просматриваемой суспензии 1 – 5 мм³).

Количественный учет живых клеток микроводорослей на водных препаратах из каждой пробы рекомендуется проводить под световым микроскопом при увеличении $\times 400$ – 630 не только по счетной сетке (объем просматриваемой суспензии 0,9 мм³), но и по всей поверхности камеры Горяева. Таким образом, при увеличении объема просматриваемой суспензии почти в 8 раз, повышается вероятность учета не только доминирующих, но и редких видов.

Подсчёт клеток в одной и той же пробе необходимо проводить в 3-кратной повторности, каждый раз тщательно перемешивая суспензию и отбирая пипеткой образец из центра стакана.

Кроме того, необходимо учитывать количество подсчитанных клеток. При окуляре $\times 10$, объективе $\times 100$ и на случайно выбранном поле считается достаточным подсчитывать от 100 до 500 клеток [Комулайнен, 2003]. Более 1000 клеток подсчитывают в тех случаях, когда нужно найти редкие виды или рассчитать индексы биоразнообразия.

Необходимым условием получения достоверных результатов является учет доли живых и мертвых клеток. Для фитопланктонного сообщества это количество принимают равным 10%. Соотношение живых и мертвых клеток значительно варьирует на протяжении вегетационного периода каждого вида. Литературных данных по бентосным видам очень мало, поэтому получение такой информации для различных районов и сезонов является важным.

Учет проводят в момент подсчета численности на счетном стекле, отдельно записывая количество клеток с живым содержимым (хлоропласт) и количество пустых створок. Нередко для этой цели применяют люминесцентную микроскопию. Очень часто в бентосных

пробах в значительном количестве встречаются планктонные, бентопланктонные или тихопелагические виды, поэтому их учет обязателен. Полученные результаты являются достоверными показателями состояния данного сообщества и всей биологической системы в целом [Ковтун и др., 2012].

Затем численность клеток пересчитывается на определенный объем пробы (50 – 500 мл) и на 1 м² площади поверхности пробы субстрата [Неврова, Гусяков, 1988] (формула 1), либо на 1 кг сырой массы базифита (формула 2) [Неврова, Ревков, 2003], либо на 1 м² площади поверхности створок мидий (формула 3) [Михайлова и др., 1987]:

$$N = (a \times V) : (S \times 10^{-4} \times 7 \times 10^{-3}) = (a \times V) \times 10^7 : 7 \times S \quad (1)$$

где: а – число клеток в объеме камеры (в данном случае камеры Горяева 0,007 мл; V – определенный объем пробы (в данном случае 500 мл); S – площадь поверхности пробы, м²;

$$N = (a \times V) : (m \times 10^{-4} \times 7 \times 10^{-3}) = (a \times V) \times 10^7 : 7 \times m \quad (2)$$

где: а – число клеток в объеме камеры (0,007 мл); V – определенный объем пробы (500 мл); m – сырая масса базифита, кг;

$$S = 0.956 \times L^{52.085} \quad (3)$$

где: S – площадь поверхности раковины мидии, см²; L – длина раковины мидии, см.

При использовании счетных камер иного типа (Нажотта, Фукса-Розенталя и др.) либо иного объема просматриваемой пробы в формулу следует подставлять соответствующие значения а и V.

Для выявленных массовых видов микроводорослей рассчитывают численность клеток на единицу площади рыхлого либо твердого субстрата, или на единицу сырого веса макрофита.

Условная численность видов микроводорослей, не вошедших в количественный учет, но отмеченных в дальнейшем при просмотре постоянных препаратов, принимается равной 10 экз.·см⁻² [Петров и др., 2005]. Это позволяет учитывать данные виды при составлении исходной количественной матрицы видов, используемой в последующем для различных типов статистического анализа.

В зоне супралиторали и литорали до 2 м глубиной необходимо принимать во внимание, что микроводоросли поселяются не только на поверхности субстрата, но также и в более глубоких слоях. Поэтому при изучении количественных показателей микрофитобентоса в

данных зонах рекомендуется рассчитывать количество клеток или их биомассу на объем субстрата.

Например, объем пробы, отобранной с помощью пластиковой трубки, составляет 20 мл (20 см³). Пробу доводят водой до объема 50 мл и обрабатывают, как описано выше в п.п. 3.1, 3.2. Численность клеток рассчитывают на 1 м³ [Snigireva, Kovaleva, 2015] (формула 4):

$$N = (a \times V) : (V_s \times 7 \times 10^{-3}), \quad (4)$$

где a – число клеток в камере (в данном случае 0.007 мл в камере Горяева); V – определенный объем пробы (50 мл); V_s – объем грунта в пробе (20 см³).

В случае использования другого типа счетной камеры (Нажотта, Розенталя и др.) либо иного объема пробы, в формулу подставляют соответствующие значения a и V .

4.4. Изготовление постоянных препаратов жгутиковых и беспанцирных микроводорослей

Для изготовления постоянных препаратов жгутиковых, а также не имеющих твердых панцирей микроводорослей (синезеленые, эвгленовые, желто-зеленые, зеленые, динофитовые, криптофитовые), возможно использовать различные среды.

Глицериново-спиртовая среда готовится на основе глицерина (60 %), спирта (30 %) и фильтрованной морской воды (10%) [Методы экспериментальной микологии, 1982]. Все ингредиенты тщательно перемешиваются и хранятся в плотно закупоренном сосуде. Для приготовления препарата каплю отмытой от субстрата суспензии с микроводорослями переносят стерильной пипеткой на предметное стекло и слегка подсушивают на воздухе. Далее добавляют каплю приготовленной среды, накрывают покровным стеклом, этикетировать. Такие препараты могут храниться до 6 месяцев в горизонтальном положении. В случае подсыхания препарата необходимо пипеткой добавить среды.

Глицерин-желатиновая среда готовится следующим образом: выдерживают одну весовую часть желатина в 6 частях дистиллированной воды на протяжении 2–3 ч, затем добавляют 7 весовых частей чистого глицерина и кристаллик антисептика, например тимола или карболовой кислоты. Смесь нагревают на водяной бане до полного растворения желатина, помешивая стеклянной палочкой. Остывшая глицерин-желатиновая среда должна

быть прозрачной. При употреблении ее расплавляют на водяной бане. Готовая среда хорошо смешивается с водой, поэтому при ее применении отпадает необходимость в продолжительной сушке материала [Ковтун и др., 2012].

Для приготовления препарата микроводоросли пипеткой из воды переносят в каплю глицерина на предметное стекло и на некоторое время оставляют подсохнуть. Затем каплю расплавленной глицерин-желатиновой среды наносят на слегка нагретое предметное стекло и накрывают покровным стеклом. После полного застывания среды края покровного стекла покрывают быстро высыхающим прозрачным лаком (например, акриловые лаки «Акцент», «Тобаго», универсальные лаки «ВИТ-колор», «Тиккурила» и пр.). Такие препараты можно хранить несколько лет в горизонтальном положении.

Для декальцинирования водорослей, инкрустированных известью или живущих в известковых породах (сверлящие водоросли), применяют молочную (или соляную) кислоту, также способствующую просветлению препарата.

Исследование флагеллят сопряжено с определенными трудностями, в частности наблюдается разрушение или деформация их клеток под действием фиксатора. Поэтому изучение свободноживущих жгутиковых рекомендуется проводить на основе живого свежесобранного материала под СМ [Al-Yamani, Saburova, 2010], либо с применением криоконсервации [Mohammad-Noor et al., 2007].

4.5. Изготовление постоянных препаратов диатомовых

Полное таксономическое определение диатомовых для каждой станции обязательно должно включать верификацию массовых видов, выявленных при просмотре водных препаратов в счетной камере (увеличение $\times 400 - 630$, СМ), и идентификацию остальных видов, не вошедших в количественный учёт, но обнаруженных на постоянных препаратах ($\times 1000$ и более, СМ, СЭМ или ТЭМ).

Постоянные препараты изготавливаются по общепринятой методике [Диатомовые водоросли СССР, 1974; Ковтун и др., 2012; Неврова, 1999] в несколько этапов.

Удаление из пробы солей кальция. Удаление нерастворимых в воде углекислых солей необходимо, поскольку при дальнейшей обработке серной кислотой они выпадают в виде кристаллов гипса, делая препарат непригодным. Для этого осадок заливают 10% HCl, выдерживают до окончания реакции и отмывают дистиллированной

водой путем 7–10-кратного центрифугирования до полного удаления следов HCl (проверка лакмусовой бумагой).

Сжигание органического вещества. Если нативная проба содержит мало детрита и остатков органики, то для их удаления возможно использование 30–50% раствора перекиси водорода. Для этого осадок (1 мл) заливают 2–3 мл перекиси водорода и кипятят на водяной бане от 20 мин до 5 ч, до полного обесцвечивания. В случае значительного содержания органики осадок заливают концентрированной серной кислотой и выдерживают 24 ч до его обугливания, с последующим добавлением кристаллов $K_2Cr_2O_7$ для обесцвечивания. Затем осадок отмывают дистиллированной водой путем 7–10-кратного центрифугирования до полного удаления следов H_2SO_4 (проверка лакмусовой бумагой) или 3–4-кратного центрифугирования – для перекиси водорода. Очищенные панцири диатомовых сохраняются в чистом спирте в пробирках, плотно закрытых пробкой и снабженных этикеткой.

Изготовление постоянных препаратов. Для таксономического определения по элементам орнаментации панциря используют высокопреломляющие среды: твердая среда Эляшева ($n = 1.67$), состоящая из анилина, формальдегида и уксусной кислоты, жидкая среда Naphrax® либо термопластичная среда Meltmount®.

Для просмотра под СМ необходимо изготовить постоянные препараты на отмытых и обезжиренных в спирте предметных (размер 75×25 мм, толщина не более 1,5 мм) и покровных (размер 18×18 либо 24×24 мм, толщина не более 0,020 мм) стеклах. Каплю суспензии очищенных панцирей диатомовых наносят на покровное стекло, равномерно распределяют по поверхности и подсушивают над пламенем спиртовой горелки либо на краю теплой нагревательной плиты. На предметное стекло помещают маленький кусочек среды (смола Эляшева, Naphrax® либо Meltmount®) и подогревают до расплавления. Покровное стекло с осадком на нижней поверхности слегка подогревают, кладут на каплю подогретой среды и плотно прижимают к ней; затем препарат помещают на керамическую или мраморную плитку для быстрого охлаждения. Избыток среды по краям стекла после ее застывания легко удаляется скальпелем.

Постоянные препараты для СМ необходимо этикетировать и хранить в лабораторных коллекциях.

Важное замечание: в лаборатории необходимо сохранять: 1) часть фиксированной нативной пробы (20–50 мл); 2) очищенные панцири в спирту; 3) постоянные препараты на предметных стеклах. Все три типа коллекционного материала должны быть снабжены этикетками с указанием всей информации: дата, место и время отбора пробы,

географические координаты, глубина, тип и площадь субстрата, фамилия сборщика, орудие сбора и т.д. Этикетка должна быть точной копией этикетки пробы и иметь сквозной порядковый номер, соответствующий номеру в журнале записей отбора проб.

Для документального подтверждения идентифицированных видов диатомовых следует проводить микрофотографирование панцирей на постоянном препарате под увеличением не менее $\times 1000$ под СМ. Наилучшие результаты получаются при использовании специальных цифровых камер типа Nikon, Carl Zeiss, Leica, Olympus с достаточно большим разрешением (3 мкм и более).

Очень часто для достоверного таксономического определения диатомовых, особенно для мелкоклеточных видов, необходимо проводить ультраструктурный морфологический анализ створок под СЭМ или ТЭМ. Для изготовления препарата для СЭМ каплю суспензии очищенных створок профильтровывают через поликарбонатную мембрану (Whatman® Nuclepore™ Track-Etched Membranes), высушивают при комнатной температуре в течение суток, приклеивают к предметному столику из алюминия и покрывают золотым напылением в вакуумной установке [Nevrova et al., 2013].

В случае исследования микроводорослей в морских донных отложениях, состоящих из пелитовых частиц, близких по размеру и удельной плотности к клеткам диатомовых, для подготовки проб для СЭМ рекомендуется оригинальная методика [Ковалева, 2015]. Образец пробы («кольцо»), полученный после извлечения из суспензии очищенных створок с помощью тяжелой жидкости, отмывают дистиллированной водой методом повторного центрифугирования. Эксикат пробы (0.5 – 1 мл), отмытой от тяжелой жидкости, фильтруют через поликарбонатную мембрану (Whatman® Nuclepore™ Track-Etched Membranes WHA111115) с диаметром пор 10 мкм, причем скорость фильтрации не должна превышать 1 каплю за 5 сек. Использование фильтров с диаметром пор менее 10 мкм не целесообразно, поскольку они задерживают большое количество пелитовых частиц. В то же время, створки диатомовых размером менее 10 мкм остаются на фильтре в количестве, достаточном для видовой идентификации и изучения морфологической изменчивости. Осажденный на фильтре материал повторно (3 – 5 раз) заливают дистиллированной водой и профильтровывают. Фильтр со створками диатомовых высушивают при комнатной температуре в течение суток и приклеивают к предметному столику для СЭМ токопроводящим серебряным клеем (например, LSL-030), который создает канал стока заряда на непроводящих образцах. Столики с фильтрами,

содержащими створки диатомовых, покрывают золотым напылением в вакуумной установке [Ковалева, 2015].

Постоянные препараты для СЭМ и ТЭМ также необходимо снабжать подробными этикетками и хранить в лабораторной коллекции.

Морфометрические характеристики клеток измеряют с использованием окуляр-микрометра непосредственно при просмотре препарата. Удобно также выполнять морфометрию клеток диатомовых по микрофотографиям, выполненным на СМ, СЭМ и ТЭМ, с помощью программы ImageJ (v1.4.3.67) (рис. 5). Для определения диатомовых необходимо оценить следующие характеристики: форму панциря, его размеры – длину (рис. 5 а) и ширину (рис. 5 б), а также количество штрихов или ареол в 10 мкм (рис. 5 с). В окне программы ImageJ необходимо откалибровать шкалу (10 мкм) в соответствии с использованным типом камеры микроскопа (рис. 5 с).

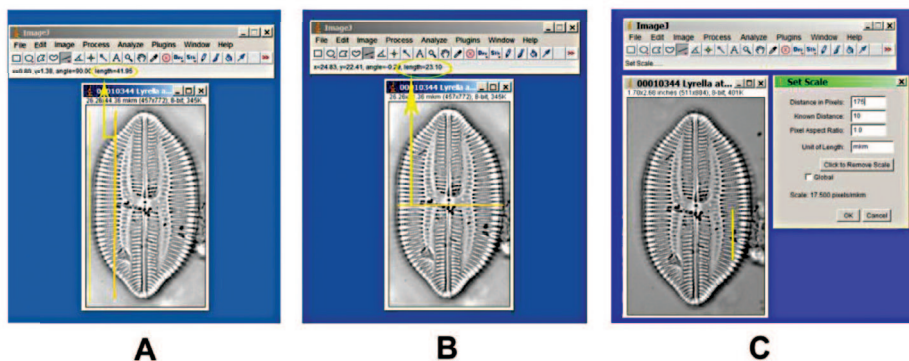


Рис. 5. Наиболее важные морфометрические характеристики для определения диатомовых, измеряемые в программе ImageJ: А – длина; В – ширина створки, С – количество штрихов в 10 мкм

4.6. Идентификация видов микроводорослей

Диатомовые водоросли. Главными идентификационными признаками диатомовых являются форма панциря, его размеры (длина, ширина, высота пояса) и тонкая структура створки (количество штрихов или ареол в 10 мкм, их характер, наличие и тип элементов орнамента створки, характер шва, его апикальных окончаний и центрального узелка и т.д.) [Диатомовые водоросли СССР, 1974; Round et al., 1990].

Наиболее массовые виды диатомовых бентоса Черного моря представлены на рис. 6.

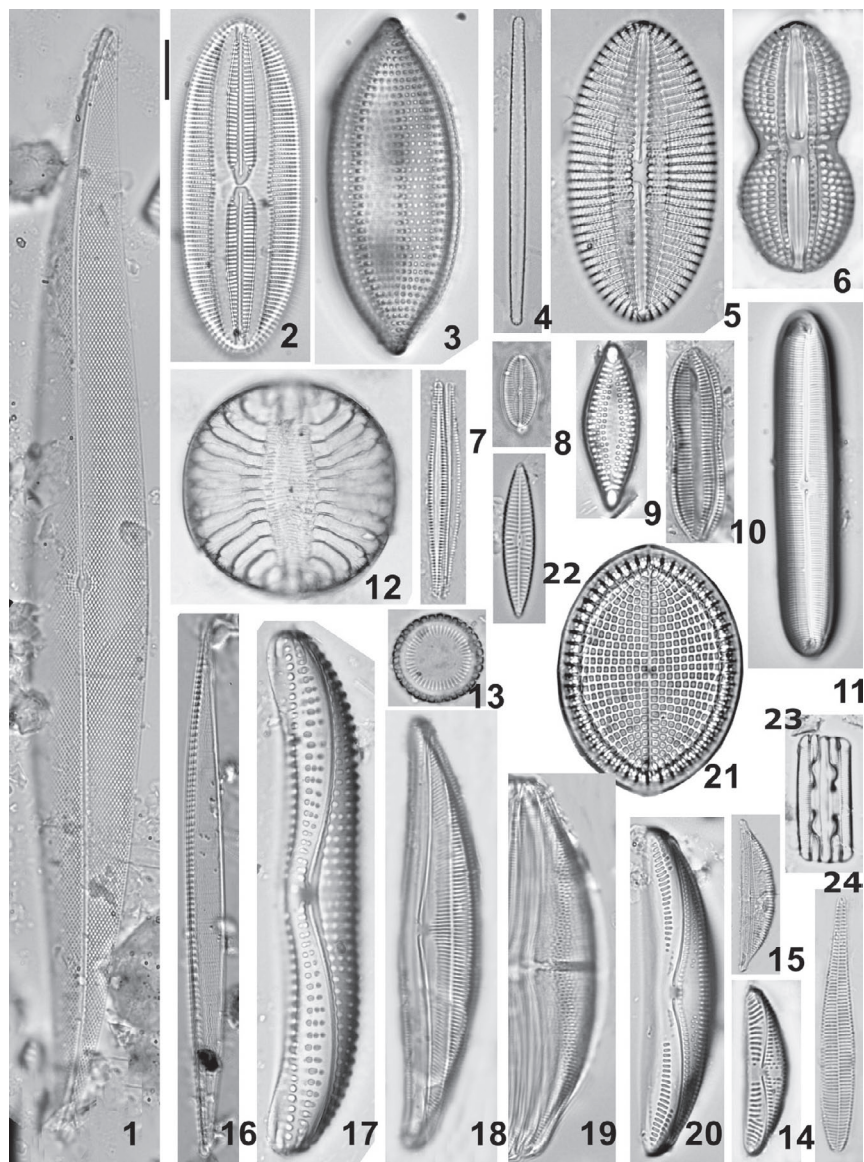


Рис. 6. Доминирующие виды донных диатомовых Черного моря: 1 – *Pleurosigma elongatum*, 2 – *Fallacia forcipata*; 3 – *Nitzschia compressa*; 4 – *Thalassionema nitzschioides*; 5 – *Diploneis smithii*; 6 – *D. bombus*; 7 – *Tabularia tabulata*; 8 – *F. subforcipata*, 9 – *Dimeregramma minor*, 10 – *N. acuminata*, 11 – *Caloneis liber*, 12 – *Campylodiscus thuretii*, 13 – *Paralia sulcata*, 14 – *Amphora marina*, 15 – *Halamphora coffeaeformis*, 16 – *N. sigma*, 17 – *A. crassa*, 18 – *A. graeffeana*, 19 – *A. acuta*, 20 – *A. proteus*, 21 – *Cocconeis scutellum*, 22 – *Navicula parapontica*, 23 – *Grammatophora marina*, 24 – *Licmophora abbreviata*. Размерная шкала 10 мкм.

При идентификации видов донных диатомовых водорослей рекомендуется использовать следующие определители и атласы: [Гусляков и др., 1992; Диатомовый анализ, 1949, 1950; Диатомовые водоросли СССР, 1974; Прошкина-Лавренко, 1955, 1963; Hendey, 1964; Hustedt, 1961-1966; Intercalibration and distribution of diatom ..., 1993, 1994, 1995, 1996, 1998; Krammer, 2000, 2002; Krammer, Lange-Bertalot, 1986, 1988, 1991a, 1991b, 2001; Lange-Bertalot et al., 2003; Levkov, 2009; Levkov et al., 2013; Moser et al., 1998; Peragallo, Peragallo, 1897-1908; Reid, 2012; Riaux-Gobin et al., 2011; Atlas der Diatomaceenkunde, 1874–1959, Simonsen, 1987; Tempère, Peragallo, 1912; Witkowski et al., 2000 и др.] (см. Приложение I). Кроме того, существует множество иных публикаций по отдельным родам и видам. Рекомендуется придерживаться систематической классификации Bacillariophyta, изложенной в работе [Round et al., 1990], с последующими дополнениями [Fourtanier, Kociolek 1999, 2003; Catalogue of Diatom Names, 2011; Levkov, 2009; Reid, 2012; Witkowski et al., 2000 и др.].

Цитирование номенклатурных названий таксонов микроводорослей и сокращение фамилий авторов следует выполнять в соответствии с правилами Международного Кодекса ботанической номенклатуры [Царенко, 2010; Algaebase, 1996-2013; Catalogue of Diatom Names, 2011; International Plant Names Index, 2012].

Флагеллятные микроводоросли. Термин «морские флагелляты» включает разнообразные группы фототрофных и гетеротрофных одноклеточных жгутиковых форм из многих классов простейших [Al-Yamani, Saburova, 2011]. Таксономия этих групп до сих пор не установлена, она обсуждается зоологами и ботаниками, причем иногда одни и те же виды рассматриваются в различных категориях.

Как упомянуто ранее, большинство видов флагеллят невозможно определить в фиксированном материале, из-за деструкции клеток фиксаторами. Поэтому информация о таксономической принадлежности этой группы может быть получена только на живом материале.

Идентификация данной группы микроводорослей основана на присутствии жгутиков, характере их расположения и движения (рис. 7).

Таксоцэн бентосных флагеллят в рыхлых грунтах супралиторали состоит из подвижных протист мелкого и среднего размера, имеющих от 1 до 8 жгутиков, обычно локализованных у апикальных либо субапикальных концов, с хлоропластами либо без них (бесцветные).

Для группы панцирных динофлагеллят главным идентификационным признаком является строение теки. Для изучения ее структуры рекомендовано использование как СМ, так и СЭМ и ТЭМ. Пробы для каждого типа микроскопирования должны быть

предварительно подготовлены соответствующим образом [Крахмальный, 2011; Коновалова, Селина, 2010, и др.].

Систематику динофлагеллят рекомендуется приводить по классификации, предложенной A. Sournia и дополненной последующими исследователями [Sournia, 1986; Chretiennot-Dinet et al., 1993; Horiguchi, 1995; Horiguchi, Kubo, 1997; Hoppenrath, 2000 a – c; Hoppenrath et al., 2009 a; FloJorgensen et al., 2004 a – c; Al-Yamani, Saburova, 2011].

Эвгленовые микроводоросли классифицируют по схеме, предложенной G. Leedale и модифицированной с использованием физиологических экспериментов и электронной микроскопии [Leedale, 2000; Al-Yamani, Saburova, 2011]. Род *Protaspis* классифицируют в соответствии с последними изменениями в систематике эукариот [Adl et al., 2005; Al-Yamani, Saburova, 2011].

Для идентификации иных групп флагеллят рекомендовано использовать следующие определители, атласы и отдельные работы [Коновалова, Селина, 2010; Крахмальный, 2011; Разнообразие водорослей Украины, 2000; Al-Yamani, Saburova, 2010; Faust, Gullledge, 2002; Hoppenrath et al., 2009 b; Identifying Marine Plankton, 1997; Lee, Patterson, 2000; Murray, Patterson, 2002; Murray et al., 2004; Selina, Hoppenrath, 2004 и др.].

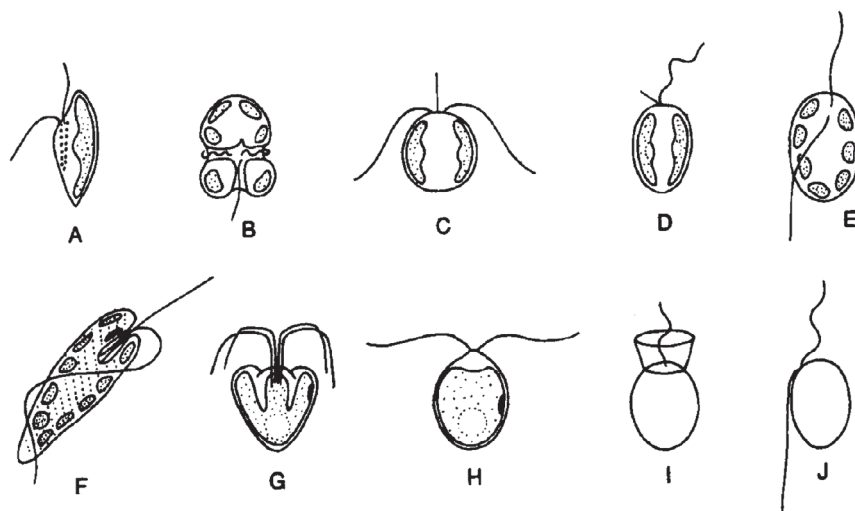


Рис. 7. Флагелляты из различных классов: (A) Cryptophyceae; (B) Dinophyceae; (C) Prumnesiophyceae; (D) Chrysophyceae; (E) Raphidophyceae; (F) Euglenophyceae; (G) Prasinophyceae; (H) Chlorophyceae; (I) Choanoflagellidae; (J) Kinetoplastida [цит. по: Identifying marine plankton, 1997].

Для идентификации остальных таксонов микроводорослей рекомендуется использовать следующие определители, атласы и отдельные работы [Косинская, 1948; Коваленко, 2009; Матвієнко, 1965, Разнообразие водорослей Украины, 2000; Царенко, 1990 и др.].

4.7. Создание списков видов и формирование баз данных

Для каждого исследованного полигона необходимо создавать полные списки видов сообщества микрофитобентоса по возрастающим иерархическим уровням (внутривидовой таксон, вид, род, семейство, порядок, класс, отдел) для использования при дальнейшем таксономическом анализе.

Списки видов можно создавать в программе Excel, но наиболее удобным инструментом для создания базы данных, её постоянного дополнения и последующей работы является программа ACCESS. К примеру, одна из разработанных баз данных по черноморским Bacillariophyta объединяет публикации по 5 регионам Черного моря (шельфы Болгарии, Румынии, Кавказа, Крыма и СЗЧМ) и результаты собственных исследований (1985–2014) [Неврова, 2013 а – в, 2015; Arvanitidis et al., 2009; Petrov, Nevrova, 2007, 2013 а; Vanden Berghe et al., 2009; Webb et al., 2009]. База состоит из трех структурных элементов: таблицы полигонов и станций (с указанием даты пробоотбора, географических координат, типа пробоотборника, глубины, характера субстрата), таблицы характеристики видов по станциям (с указанием численности и биомассы клеток на 1 м² дна) и таблицы таксономической иерархии каждого вида (с указанием базинима, синонимов и литературных источников) (рис. 8). Программа позволяет в дальнейшем формировать из первичных таблиц путем построения перекрестных запросов различные матрицы для использования в последующих расчетах.

В данной публикации мы приводим список видов основных компонентов сообществ микрофитобентоса для северо-западной части Черного моря (Приложение IV) и список бентосных диатомовых водорослей для этого же региона (Приложение V). Последний был создан на основе вышеупомянутой базы данных. Список бентосных микроводорослей всего Черного моря будет опубликован позже.

Microsoft Access (Служба) (таблица)

Введите запись

Код Станции Место Пробы Дата отбора пробы Орудие сбора Географические координаты Глубина Тип и площадь (объем) субстрата Единицы измерения численности и биомассы Фамилия сборщика и т.д.

А

В

С

Рис. 8. Пример создания в программе ACCESS базы данных по донным диатомовым Черного моря: А – таблицы полигонов и станций с информацией о пробоотборе: место, дата отбора пробы, орудие сбора, географические координаты, глубина, тип и площадь (объем) субстрата, единицы измерения численности и биомассы, фамилия сборщика и т.д.; В – таблица характеристики видов по станциям с указанием численности и биомассы каждого вида на площадь или объем субстрата (1 см² дна или 1 см³ субстрата); С – таблица таксономической иерархии каждого вида с указанием базиниона, синонимов, литературных источников, информации о биогеографии и экологии (отношении к солености, кислотности, сапробности и т.д.).

5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МИКРОВОДОРОСЛЕЙ

5.1. Определение объема клеток микроводорослей с помощью метода истинного объема

Традиционно для вычисления объема клеток микроводорослей применяется **метод истинного объема**, предложенный И.А. Киселевым [Киселев, 1956], когда формы клеток аппроксимируются геометрическими фигурами, а их объемы и площади поверхности,

рассчитанные по стереометрическим формулам, принимаются за объемы и поверхности клеток. Под истинным объемом клетки понимают часть пространства, окруженную клеточной оболочкой. На основе расчета объема клеток вычисляют биомассу, которая так же, как и их численность, относится к важнейшим характеристикам структуры сообщества и выражается в массе клеток микроводорослей на определенную площадь дна (см², м²) или на объем (вес) песка. Биомассу рассчитывают отдельно для каждого вида, для популяции, для сообщества в целом.

В рамках данного метода все морфологическое разнообразие клеток водорослей обычно сводят к нескольким группам, описываемым различными формами [Ковтун и др., 2012] (табл. 2).

Таблица 2

Примеры геометрических формул для расчета объемов клеток микроводорослей [цит. по: Ковтун и др., 2012]

Геометрическая форма	Формула	Таксон
Сфера	$V = \frac{1}{6} (\pi \cdot d^3)$	Chlorophyta, Cyanobacteria
Цилиндр круглый	$V = \frac{1}{4} (\pi \cdot d^2 \cdot h)$	Cyanobacteria (<i>Oscillatoria</i>)
Цилиндр эллиптический	$V = \frac{1}{4} (\pi \cdot d \cdot l \cdot h)$	Bacillariophyta (<i>Navicula</i> , <i>Nitzschia</i>)
Сфероид уплощенный	$V = \frac{1}{6} (\pi \cdot d^2 \cdot h)$	Chlorophyta, Dinophyta
Эллипсоид	$V = \frac{1}{6} (\pi \cdot d \cdot l \cdot h)$	Dinophyta (<i>Gymnodinium</i> , <i>Prorocentrum</i>)
Параллелепипед	$V = \frac{1}{2} (d \cdot l \cdot h)$	Bacillariophyta (<i>Pleurosigma</i>)
<i>Примечание:</i> V – объем клетки, d – длина, l – ширина, h – высота		

При рассмотрении клетки под микроскопом для измерения обычно доступны два ее параметра (длина и ширина). Однако для вычисления ее объема требуется знать параметры ее третьей оси (высоту), что не всегда возможно. При этом у каждого вида микроводорослей соотношение между видимыми и невидимыми параметрами клетки представляет собой достаточно постоянную величину. Используя **поправочный коэффициент**, можно найти невидимую для

исследователя сторону клетки (высоту) путем умножения коэффициента на меньший видимый размер клетки (как правило, ширину).

Разработаны вспомогательные таблицы средних масс и объемов микроводорослей [Гринь, 1963; Морозова-Водяницкая, 1954; Нестерова, 1988; Hansen, 1992; Sun et al., 2000; Sun, Liu, 2003], регрессионные уравнения, связывающие объемы и размеры клеток [Суханова, Цейтлин, 1993], коэффициенты объемной полноты [Сеничкина, 1986], номограммы [Численко, 1968], поправочные коэффициенты для массовых видов микроводорослей [Брянцева и др., 2005] (Приложение II, Приложение III).

В последние годы опубликован целый ряд работ, в которых виды микроводорослей сопоставлены с подобными им по форме геометрическими фигурами [Лях, Брянцева, 2008; Hillebrand и др., 1999; Sun, Liu, 2003]. При этом, из-за значительной вариабельности форм микроводорослей даже одного вида, для их аппроксимации нередко используются разные фигуры. Альтернативой геометрическим фигурам служат геометрические модели клеток, в точности воспроизводящие детали их строения.

В отдельных НИИ для вычисления численности, объема клеток, составления базы данных и множества других параметров используют специально разработанные программы. Однако такое программное обеспечение разработано для фитопланктона и требует стандартизации и обновления. Алгоритмы вычисления для бентосных форм микроводорослей в подобных программах отсутствуют.

В литературе имеются сведения об объемах клеток некоторых видов (в большинстве своем фитопланктонных), однако необходимо учитывать, что морфологические параметры могут меняться в зависимости от сезона года, солености водоема и др. Поэтому при обработке проб данные морфометрических измерений следует заносить в бланк обработки каждой пробы.

Приведенный метод истинного объема широко используется при изучении количественных соотношений различных компонентов сообществ микрофитов, закономерностей распределения водорослей в различных биотопах одного и того же или разных водоемов, сезонной динамики и др. Данный метод дает удовлетворительные результаты при оценке клеток микроводорослей простых геометрических форм. Но, как показали дальнейшие исследования, его использование приводит к значительным погрешностям в применении к видам со сложной формой клеток, большинство из которых принадлежит к доминирующему отделу микрофитобентоса Bacillariophyta.

5.2. Определение объема и площади поверхности клеток донных диатомовых с помощью метода построения трехмерных геометрических моделей

При сопоставлении двух методов имитации формы диатомовых водорослей (метода истинного объема и метода трехмерного моделирования) расхождения в оценках морфохарактеристик клеток для большинства видов Bacillariophyta со сложной формой панциря могут достигать 30–70% [Лях, 2010, 2012; Лях, Брянцева, 2006; Лях, Неврова, 2010; Неврова, Лях, 2006].

Для определения величин объема и площади поверхности клеток, необходимых для последующих расчетов биопродукционных характеристик микрофитобентоса, была разработана методика построения 3D-моделей донных диатомовых [Лях, 2010]. Повышение точности вычислений, особенно для видов со сложной формой панциря, по сравнению с общепринятым методом подобных геометрических фигур, обусловлено тем, что 3D-модели в точности имитируют реальную форму и размеры клеток определенного вида микроводоросли. Алгоритмы создания трехмерных моделей клеток и описание оригинальных компьютерных программ 3D-Diatoms и GShaper, позволяющих вычислять объемы и площади поверхности массовых видов донных диатомовых Черного моря, детально описаны в публикациях [Лях, 2010, 2012; Лях, Брянцева, 2006, 2008; Лях, Неврова, 2010; Неврова, Лях, 2006]. Там же изложена методика построения и использования трехмерных геометрических моделей диатомовых водорослей для вычисления объемов и площадей поверхностей клеток и имитации их морфологической изменчивости (рис. 9).

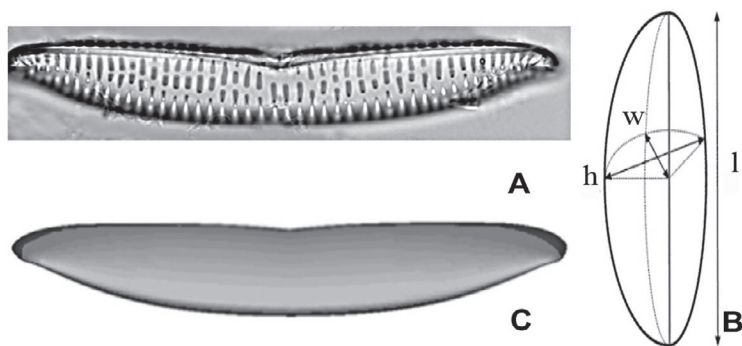


Рис. 9. *Navicula petrovii*: А – клетка со стороны створки; В – геометрическая фигура, аппроксимирующая форму клетки; С – трехмерная модель клетки [цит. по: Неврова, Лях, 2006] (в цитируемой работе вид указан как *Amphora spectabilis*)

На основе оригинальной типизации по формам пояска и поверхности створок выделено и описано 15 типов панцирей диатомовых, характерных для 95% видов водорослей отдела Bacillariophyta. Разработаны алгоритмы создания трехмерных геометрических моделей диатомовых описанных типов панцирей. Модели создаются по оцифрованным контурам проекций панцирей диатомовых на главные плоскости, путем объединения этих контуров. Контур состоит из ключевых вершин, расположенных в наиболее вероятных местах изменения формы контуров, которые соединены кубическими кривыми Безье. Перемещение ключевых вершин приводит к изменению пропорций и формы контуров, что позволяет добиться совпадения между ними и моделируемыми клетками [Лях, 2010, 2012].

Предложен критерий оценки степени сложности форм клеток по величинам различий морфометрических параметров и выделены группы видов с простой и сложной формами. К видам с наиболее сложными формами отнесены диатомовые с клиновидно-дорсивентральным (*Cymbella angusta*, *C. helvetica*, *Rhopalodia musculus*) и клиновидно-гетеропольным (*Licmophora ehrenbergii*, *L. hastata*, *Gomphonema augur*, *G. truncatum*) панцирем, цилиндрическим панцирем и двояковыпуклыми створками (*Diplones bombus*, *D. chersonensis*, *Navicula cancellata*, *Nitzschia hybrida*, *Parlibellus hamulifer*, *P. plicatus*), амфороидным панцирем (*Amphora hyalina*, *A. obtusa*, *A. crassa*), а также клетки с выростами на створках (*Dimeregramma minor*) [Лях, 2010].

Работа с программой 3D-Diatoms заключается в выборе трехмерной модели, соответствующей таксономическому названию или форме изучаемой клетки, и вводу ее размеров в соответствующую графу. Программа совмещает контуры модели с размерами клетки, строит модель, вычисляет ее объем и площадь поверхности и выдает результат. При этом операции по измерению ключевых размеров клеток для получения исходных данных (линейные размеры) остаются такими же, как и в случае применения геометрических фигур [Лях, 2010, 2012].

Аналогичен алгоритм работы с программой 3Д-Динофлагеллята, созданной для вычисления объемов и площадей поверхностей клеток динофитовых водорослей.

Для ознакомления и работы с указанными программами рекомендуется связаться с ее разработчиком, Ляхом Антоном Михайловичем (ФГБУН ИМБИ им. А.О. Ковалевского РАН, Севастополь), (сайт: <http://3d-microalgae.org/>, контактный адрес: info@3d-microalgae.org).

6. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ

Результаты гидробиологических исследований представляются в форме таблиц (в ACCESS или Excel), включающих список видов с указанием их таксономического положения, численности, биомассы, эколого-географической характеристики, а также данные о суммарной численности и биомассе с указанием ошибки среднего значения (см. рис. 8). Количественное распределение диатомовых в пределах полигонов оценивают на основе численности и числа видов на каждой станции. Минимальная расчетная численность в пробах (при прямом количественном учете в камере Горяева) может приниматься равной $250 \text{ экз.} \times \text{см}^{-2}$. Условная численность видов, не вошедших в количественный учет, но отмеченных в постоянных препаратах либо при качественном просмотре проб, принимается равной $10 \text{ экз.} \times \text{см}^{-2}$ [Петров и др., 2005]. Полное таксономическое определение видовой структуры по постоянным препаратам является обязательным.

Для оценки состояния таксоценов донных диатомовых в сравниваемых районах побережья Черного моря используют методы параметрического и многомерного статистического анализа. Обработку данных удобнее всего выполнять с помощью программ пакетов PRIMER v5 или PRIMER v6 [Carr, 1997; Chatfield, Collins, 1980; Clarke, Gorley, 2001; Somerfield et al., 1994], либо STATISTICA v5 [Statistica for Windows, 1999].

Отличия между показателями развития биоты на различных станциях (биотопах) можно оценивать по коэффициентам Сёренсена, Жаккара, Браун-Бланке, Брей-Куртиса, Маргалефа, Шеннона и др.

6.1. Оценка видового разнообразия сообществ микрофитобентоса

Анализ разнообразия проводят для характеристики различия или сходства видового состава или обилия видов при сравнении исследуемых выборок (станций). Чем меньше общих видов на сравниваемых станциях, тем выше разнообразие в пределах всего полигона. Этот критерий можно использовать при оценке внутреннего разнообразия местообитаний, а также для получения представления об общем разнообразии условий данного полигона. Чаще всего в биоценологических, флористических и биогеографических работах для сравнения разнообразия (по качественным данным) между двумя станциями или между двумя полигонами используются **индексы сходства Сёренсена, Жаккара, Браун-Бланке** (формулы 5, 6, 7):

Индекс Сёренсена

$$I_{Cs} = \frac{2c}{a+b} \quad (5);$$

Индекс Жаккара

$$I_J = \frac{\tilde{n}}{a+b-c} \quad (6);$$

Индекс Браун-Бланке

$$I_B = \frac{c}{\max(a,b)} \quad (7),$$

где a – число видов только на первой станции, b – число видов только на второй станции, c – число общих видов для двух станций.

В исследованиях диатомовых бентоса оценку сходства флористического состава между станциями на исследуемом полигоне наиболее часто проводят с использованием **коэффициента Брей-Куртиса** (формула 8) [Bray, Curtis, 1957; Field et al., 1982]. Если проводится анализ количественных данных, то биотическая матрица исходной численности диатомовых предварительно трансформируется в степени 0.5 или 0.25 для нивелирования значительного разброса исходных данных по численности клеток.

Коэффициент сходства Брей-Куртиса:

$$I_B = \frac{2w}{a+b} \quad (8),$$

где w – сумма меньших количественных показателей для видов, отмеченных на обеих станциях; a – число видов на первой станции, b – число видов на второй станции.

Этот же коэффициент пригоден и при наличии данных только по видовому составу; в таком случае биотическая матрица составляется в формате «присутствие-отсутствие».

Если показатель сходства равен 1, то два сообщества характеризуются абсолютным сходством, если 0 – то абсолютным несходством, т.е. не содержат общих видов.

Важной и самой простой мерой оценки разнообразия для ограниченного в пространстве и времени сообщества, для которого точно известно число составляющих его видов и особей, является **видовое богатство** или **число видов**. Однако в большинстве случаев исследователь не располагает полным списком видов в данном таксоцене (или сообществе). В этом случае используют отношение числа видов к определенному числу особей или к определенной биомассе, что позволяет оценить видовую плотность на единицу площади субстрата (например, на 1 м²).

При отборе и обработке проб микроводорослей следует обратить особое внимание на размер выборки (число проб). Не всегда можно добиться равного размера выборок, но следует помнить, что при

увеличением количества взятых проб число выявленных видов также закономерно возрастает (см. также п. 3.2).

Различные сочетания параметров S (число выявляемых видов) и N (общее число особей всех S видов) лежат в основе традиционно используемых в гидробиологических и ботанических исследованиях показателей видового разнообразия: **индексы Маргалефа, Шеннона, Симпсона, Пилу** (формулы 9 – 13):

Индекс видового богатства Маргалефа

$$D_{Mg} = \frac{S-1}{\ln N} \quad (9),$$

Достоинство этого индекса – легкость расчетов. С увеличением значения индекса увеличивается биоразнообразие.

Индексы, основанные на относительном обилии видов

Эту группу индексов называют индексами неоднородности, так как они учитывают одновременно и выровненность, и видовое богатство.

Индекс разнообразия Шеннона

$$H' = - \sum p_i \times \ln(p_i) \quad (10),$$

где p_i – доля вида i от общей численности особей.

Причина ошибок в оценке разнообразия с использованием этого индекса заключается в том, что невозможно включить в выборку все виды реального сообщества. Индекс Шеннона обычно варьирует в пределах от 1,5 до 3,5, очень редко превышая 4,5. Есть мнение, что индекс Шеннона придаёт большее значение редким видам, по сравнению с другими индексами [Одум, 1986].

Индексы, при расчете которых в большей мере учитывается обилие массовых видов, а не общее видовое богатство, называются **индексами доминирования**. Наиболее широко применяемым среди индексов доминирования считается:

Индекс Симпсона

$$D = \sum \frac{A_i \times (A_i - 1)}{A \times (A - 1)} \quad (11),$$

где A_i – численность i -го вида, A – общая численность всех особей. По мере увеличения D разнообразие уменьшается. Поэтому индекс Симпсона часто используют в форме:

$$\lambda' = 1 - D \quad (12).$$

Эта величина варьирует от 0 до 1. Индекс очень чувствителен к присутствию в выборке наиболее обильных видов, но слабо зависит от общего видового богатства, в составе которого заметную долю составляют виды-синглетоны, представленные единичными особями.

В большинстве методов измерения биоразнообразия, основанных на подсчете числа видов, учитывается либо количество отобранных особей (индекс видового богатства Маргалефа), либо сходство в характере распределения особей между видами:

Индекс выровненности Пилу

$$J' = \frac{H'}{\ln S} \quad (13),$$

где H' – индекс Шеннона, S – число видов.

Во многих работах количественная оценка разнообразия проводится с учетом как богатства видов, так и выровненности в распределении особей между видами (индекс Шеннона) [Протасов, 2002; Lande, 1996], в то время, как этот индекс предназначен, скорее, для измерения потоков информации [Алимов, 2000]. При этом следует учитывать, что вышеназванные и подобные им показатели могут быть эффективно применены для оценки биоразнообразия лишь в тех ситуациях, когда методы отбора проб, размер проб и типы местообитаний известны и сопоставимы, а также в случаях сравнительного изучения сходных биотопов, подверженных локальным внешним воздействиям.

Однако применение таких индексов мало эффективно при анализе разнородных массивов данных, различающихся в пространственном и временном аспектах [Karydis, 2009; Magurran, 2004]. В большинстве случаев эти индексы очень зависимы от размера пробы и, как правило, малопригодны для сравнительного анализа данных с неизвестным числом повторностей при отборе проб. Поэтому применение вышеотмеченных показателей для сравнительной оценки биоразнообразия, когда размер и количество отобранных проб, а также типы местообитаний значительно различаются, заведомо малоэффективно или вообще невозможно [Неврова, Петров, 2008].

Применение традиционных индексов для оценки разнообразия неэффективно и в тех случаях, когда сравниваются два таксоценоза с одинаковым числом видов и одинаковыми показателями их численности или биомассы, но с разной таксономической структурой. Подобные таксоценозы могут включать виды, которые филогенетически близко связаны друг с другом (принадлежат к одним и тем же родам) или более удалены (относятся к различным семействам, порядкам, классам), т.е. таксономические аспекты разнообразия могут сильно различаться даже при одинаковых результатах количественной оценки разнообразия по богатству видов или иным таксонов. Например: условный таксоцен диатомовых, в котором пять различных видов принадлежат к одному роду *Navicula*, будет менее «таксономически разнообразным», по сравнению с другим таксоценозом, в котором такое

же число видов (пять) принадлежат к разным родам, семействам, порядкам, классам (рис. 10).

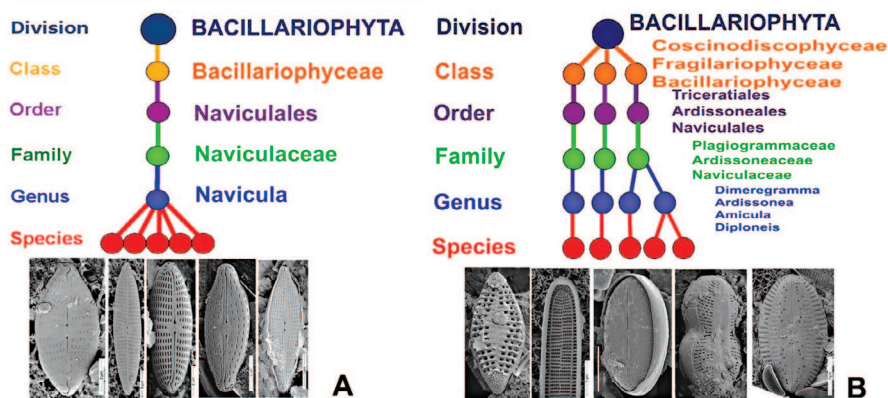


Рис. 10. Различие таксономического разнообразия в условных таксоценах бентосных диатомовых: А – таксоцен включает 5 видов, принадлежащих только к одному роду *Navicula*; В – таксоцен также состоит из 5 видов, принадлежащих к 4 разным родам, 3 семействам, 3 порядкам, 3 классам

В подобном случае, когда число видов (и их численность) в сравниваемых таксоценах одинаково, применение традиционных индексов оценки разнообразия сообществ не покажет различий между таксоценами. Такой же итог будет и в случае, когда отсутствуют количественные данные по каждому виду, а данные по видовой структуре таксоценов в сравниваемых биотопах представлены простыми списками видов.

В целом отметим, что оценка всех аспектов разнообразия сообществ микроводорослей в разнородных экологических условиях на основе использования только традиционных индексов разнообразия имеет ряд существенных ограничений, а именно: (1) результаты применения подобных индексов не отражают особенности таксономического разнообразия рассматриваемого сообщества; (2) полученные значения сильно зависят как от размера пробы, так и от общего числа анализируемых проб в каждом из сравниваемых биотопов; (3) не представляется возможным проводить сравнение видового разнообразия по историческим данным, когда объем проб, численность и биомасса отдельных видов и условия пробоотбора неизвестны; (4) некорректность полученных результатов в тех случаях, когда отклики сообщества на изменение среды обитания не носят монотонный характер; (5) конечные результаты расчетов по

оценке разнообразия в значительной мере зависят от особенностей биотопа; (6) отсутствует статистическая основа для оценки степени отклонений полученных значений индексов от среднеожидаемой величины [Неврова, Петров, 2008].

Учитывая вышесказанное, следует признать, что большинство методов оценки количественных аспектов биоразнообразия, традиционно применяемых при изучении пресноводных экосистем, часто мало эффективны при экологическом мониторинге бентоса морских акваторий [Неврова, 2013 б, в], где характер воздействия абиотических факторов отличается высокой пространственно-временной изменчивостью (по сравнению с озерами и водохранилищами), наряду с отсутствием выраженных градиентов (по сравнению с реками). В условиях отмеченных ограничений, оценку состояния прибрежных морских сообществ (в том числе микрофитобентоса) следует проводить с применением методических и статистических подходов, охватывающих различные аспекты биоразнообразия.

6.2. Анализ таксономической структуры сообщества микрофитобентоса

В последнее десятилетие при проведении биологического мониторинга прибрежных морских акваторий, наряду с вышеописанными традиционными количественными индексами, все шире применяется метод оценки иерархических аспектов биоразнообразия, основанный на расчете среднего таксономического соотношения между видами в сообществе – **индекс таксономической отличительности (taxonomic distinctness index)** [Warwick, Clarke, 1998, 2001]. Преимущества этого метода состоят в том, что результаты расчета индексов таксономического разнообразия (**индекса средней таксономической отличительности (Average Taxonomic Distinctness index, AvTD, Δ^+)** и **индекса вариабельности (Variation in Taxonomic Distinctness index, VarTD, Λ^+)**) не зависят от размера проб, числа повторностей при их отборе, численности и числа видов, обнаруженных при анализе различного количества проб. Характер распределения на графике точек, соответствующих отдельным пробам, содержащим разное число особей или видов, напоминает воронку, суженная часть которой асимптотически приближается к условной средней величине AvTD или VarTD, положение которой по отношению к оси ОУ остается практически неизменным вне зависимости от разного числа видов в пробах (рис. 11).

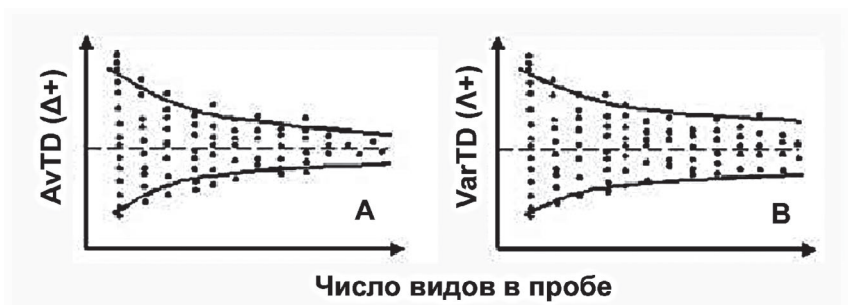


Рис. 11. Условные примеры изменения значений индексов таксономического разнообразия в зависимости от числа видов в пробе: А – индекс средней таксономической отличительности (Δ^+); В – индекс вариальности таксономической отличительности (Λ^+)

Суть данного метода можно объяснить на примерах условных упрощенных таксономических древ, отражающих различия в филогенетической структуре таксоценоза и, как следствие, в рассчитанных значениях индексов Δ^+ и Λ^+ (рис. 12).

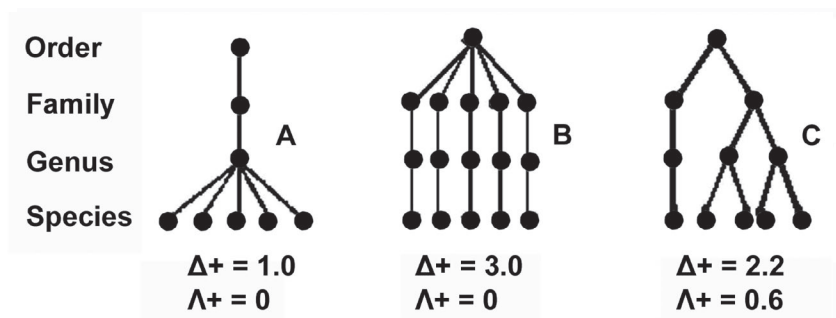


Рис. 12. Изменение значений индексов AvTD (Δ^+) и VarTD (Λ^+) (на примере условных сообществ с разной топологией древа из четырех таксономических уровней): А – минимальная, В – максимальная иерархическая выровненность структуры, наряду с ее низкой таксономической вариальностью; С – высокая таксономическая вариальность структуры таксоценоза при умеренной иерархической выровненности (случай, наиболее близкий к реальным условиям)

Более низкая степень иерархической выровненности таксономической структуры (и, соответственно, низкие значения AvTD и VarTD) может быть характерна для богатых видами сообществ, подверженных неблагоприятным воздействиям, включая загрязнение

(см. рис. 12 А) [Warwick, Clarke, 1998]. Напротив, максимальные значения обоих индексов указывают как на значительную иерархическую выровненность структуры (см. рис. 12 В), так и на высокую таксономическую вариабельность таксоцена, что обычно наблюдается при отсутствии неблагоприятных воздействий среды (см. рис. 12 С).

Применение обоих индексов для сравнительного анализа исторических данных, представленных как в количественном формате, так и в форме простых списков видов, позволяет получить статистически надежную межрегиональную оценку таксономической структуры таксоценов в условиях влияния различных экологических факторов.

Выявленные различия индексов Δ^+ и Λ^+ будут наиболее надежными при проведении анализа структуры, начиная с субвидового уровня, т.к. в этом случае при расчете усредненных длин таксономического пути (на основе которых строятся 95% доверительные воронки) учитывается наибольшее число иерархических уровней (в нашем анализе – 7, от внутривидового таксона до отдела).

Индекс средней таксономической отличительности $AvTD$ (Δ^+) рассчитывается как средняя условная «длина пути» между каждой парой видов, случайным образом взятых из регионального списка, до филогенетического общего узла на иерархическом древе таксоцена (формула 14):

$$\Delta^+ = [\sum \sum_{i < j} \omega_{ij}] / [S(S-1)/2] \quad (14),$$

где: ω_{ij} – таксономическая длина пути между видами i и j ; S – число видов в сообществе.

Показатель Δ^+ характеризует вертикальную таксономическую «выровненность» таксоцена диатомовых данного региона, т.е. пропорциональность в соотношении числа таксонов на предыдущем и последующем таксономическом уровнях вдоль условного таксономического древа таксоцена.

Индекс вариабельности $VarTD$ (Λ^+) – это варианса попарных длин путей (ω_{ij}) между парами видов i и j по отношению к их средней величине (Δ^+) (формула 15):

$$\Lambda^+ = [\{\sum \sum_{i < j} \omega_{ij}^2\} / \{S(S-1)/2\}] - [\Delta^+]^2 \quad (15).$$

Показатель Λ^+ отражает горизонтальную ассиметричность таксономического древа по отношению к среднеожидаемому уровню, т.е. разную представленность низших таксонов в высших в пределах отдельных ветвей древа, замыкающихся на различных иерархических уровнях [Warwick, Clarke, 1998, 2001].

Комбинация значений $AvTD$ и $VarTD$ на двухмерном графике позволяет визуально отображать особенности таксономической структуры сравниваемых таксоценов диатомовых и обеспечивает надежные выводы о различиях в структуре таксоценов в разных экологических условиях. Рассчитанные значения Δ^+ и Λ^+ обычно располагаются графически в виде воронки, сходящейся в направлении увеличения числа обнаруженных видов (ось Ox). Границы такой воронки оконтуривают с 95% вероятностью пределы изменений средних величин таксономических расстояний и определяются на основе 1000-кратных случайных попарных перекомбинаций. Воронка создается для ряда дискретных случайно выбранных подмножеств ($m = 20, 30, 40, \dots, 500$ и т.д.) видов (либо более высоких таксономических категорий) из всего списка видов (мастер-листа) в виде результирующих верхнего и нижнего пределов значений Δ^+ и Λ^+ по отношению к среднеожидаемым расчетным значениям m . Положение точек значений индексов по отношению к границам воронки характеризует вероятность отвержения нуль-гипотезы об отсутствии достоверных отличий между значениями Δ^+ либо Λ^+ , рассчитанными для флоры донных диатомовых конкретного региона и усредненными значениями этих индексов, рассчитанными для всего списка видов Черного моря. Положение каждого значения индекса $TaxDI$ на таком графике соответствует реальной станции (или пробе), что позволяет сравнивать различия в таксономической структуре и отклонения от среднеожидаемого уровня таксономической отличительности, рассчитанного для всего мастер-листа [Warwick, Clarke, 1998]. Суть различий в положении точек на воронке может быть сведена к 4 основным вариантам (рис. 13).

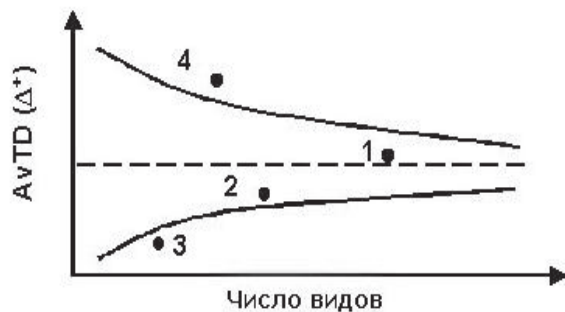


Рис. 13. Различное положение региональных значений индекса средней таксономической отличительности ($AvTD$) по отношению к границам 95 % доверительной воронки и среднеожидаемой величине (пунктир), рассчитанных для условного мастер-листа

Биологический смысл положения точек на графике можно интерпретировать следующим образом:

(1) в регионе 1 (см. положение точки на условном графике) таксономическая структура таксоцены характеризуется как близкая к среднеожидаемой величине, рассчитанной для всей флоры;

(2) в регионе 2 таксономическая структура характеризуется упрощенной топологией: региональная точка лежит на графике хотя и ниже среднеожидаемой величины Δ^+ (что часто отмечается при влиянии на биоту резко изменчивых факторов среды), но еще в пределах естественных колебаний значений индекса Δ^+ , которые встречаются при вероятностных расчетах отклонений таксономической структуры всей флоры от среднеожидаемого уровня;

(3) в регионе 3 структура таксоцены топологически значительно упрощеннее среднеожидаемого уровня, что часто наблюдается при деградации таксоцены как по общему богатству видов, так и за счет элиминации олиготаксонных ветвей и относительного преобладания политаксонных ветвей в условиях хронического воздействия неблагоприятных факторов, в т.ч. загрязнения;

(4) в регионе 4 в структуре таксоцены преобладают моно- и олиготаксонные ветви, когда большинство исходных таксонов замыкается на филогенетически общем узле, соответствующем уровню высокого ранга (порядок или класс). Так, соответствующая точка на графике лежит не только значительно выше среднеожидаемой величины Δ^+ , но даже за пределами верхней границы 95% доверительной воронки. Столь высокое значение индекса AvTD теоретически может быть получено только в 2,5% общего числа измерений значений Δ^+ (при 1000-кратных случайных попарных выборках для каждого подмножества видов, от минимального, например 10, 20, 30, ... и до максимального, равного общему числу видов в таксоцене региона, например, 400).

Положение точек на графике характеризует среднюю вертикальную выровненность распределения таксонов вдоль иерархического древа (AvTD) и горизонтальную вариабельность (VarTD). Совместная оценка этих двух показателей необходима для оценки влияния экологических условий на разнообразие сообщества в биотопе [Неврова, 2015; Неврова, Петров, 2008; Petrov et al., 2010; Warwick, Clarke, 1998, 2001].

На основе обновленного списка видов из пяти регионов Черного моря (1094 вида и ввт) с помощью индекса таксономической отличительности TaxDI [Warwick, Clarke, 1998; 2001] проведен межрегиональный анализ таксономического разнообразия и структуры таксоценов диатомовых в ряде регионов Черного моря.

Рассчитано также среднее значение индекса Δ^+ и его вариальности Λ^+ для таксоценов диатомовых бентоса из этих регионов и оценено их отклонение от среднеождаемого уровня для всего Черного моря [Неврова, 2013 а, 2015; Nevrova, 2013] (рис. 14).

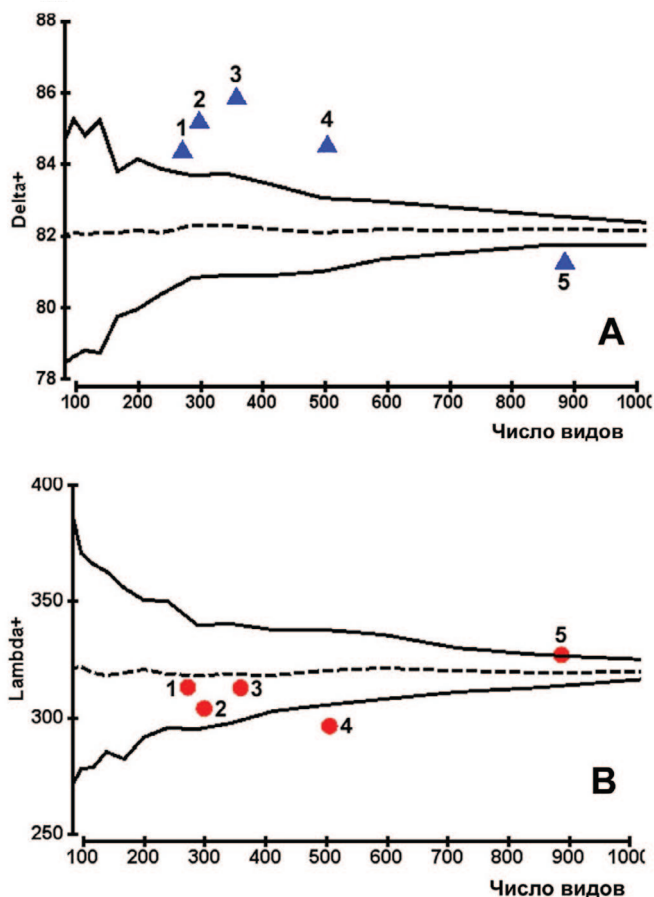


Рис. 14. Оценка таксономического разнообразия диатомовых бентоса на основе индексов Δ^+ (А) и Λ^+ (В) в различных регионах Черного моря: 1 – побережье Болгарии, 2 – побережье Кавказа, 3 – побережье Румынии, 4 – северо-западная часть Черного моря, 5 – побережье Крыма

Еще более явными выглядят различия таксономической структуры таксоценов донных диатомовых сравниваемых регионов при одновременном представлении обоих значений индекса TaxDI по отношению к плоскости ряда бивариантных эллипсов, где по

координатным осям отложены численные значения индексов Δ^+ и Λ^+ . Границы таких концентрических эллипсов соответствуют 95% вероятностным контурам облака распределения точек значений Δ^+ и Λ^+ , рассчитанных при 1000-кратных случайных комбинациях для ряда подмножеств из разного числа видов (S) (рис. 15) [Неврова, 2015].

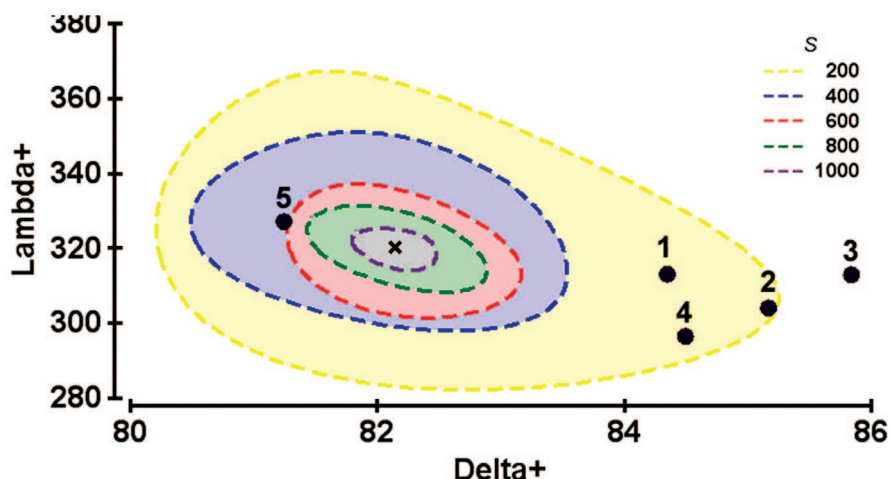


Рис. 15. Расположение на эллипсе значений индекса TaxDI (Δ^+ и Λ^+) для таксоценов бентосных диатомовых из 5 регионов: 1 – побережье Болгарии, 2 – побережье Кавказа, 3 – побережье Румынии, 4 – северо-западная часть Черного моря, 5 – побережье Крыма. \times – среднее ожидаемое значение индекса TaxDI, рассчитанное на основе всего мастер-листа Bacillariophyta Черного моря (1094 вида и внутривидовых таксона)

Основные результаты статистических расчетов показателей TaxDI опубликованы в работах [Неврова, 2013 а, б, в; 2014 а, б; 2015; Неврова, Петров, 2008; 2012 а, б; Petrov et al, 2010; Petrov, Nevrova, 2011; 2013 а, б]. Следует отметить, что, за исключением нескольких исследований по биоразнообразию пресноводного перифитона [Izsak et al., 2002], личинок водных насекомых [Campbell et al., 2007] и пресноводной микрофлоры [Leira et al., 2009], оценка разнообразия микрофитобентоса с помощью индексов таксономической отличительности не проводилась, поэтому наши разработки по изучению таксономического разнообразия морских донных диатомовых в разных экологических условиях осуществлены впервые.

Применение индексов TaxDI позволяет выявить аспекты таксономического разнообразия в биотопе на основе количественного анализа иерархического дерева таксоцена диатомовых бентоса, отклонения значений индекса от ожидаемого среднего уровня, рассчитанного для всего Черного моря в целом, а также статистически достоверно оценить региональные различия таксономической структуры, используя массивы исторических данных, представленные только простыми списками видов.

Анализ отклонений от среднеожидаемого уровня значений индексов TaxDI может использоваться для оценки долговременного воздействия специфических условий среды обитания на особенности таксономического разнообразия таксоцена. В регионах, для которых значения Δ^+ и Λ^+ значительно превышают среднеожидаемый уровень для всего Черного моря, в структуре таксоцена в большей степени представлены олиго- и монотаксонные ветви. Их наличие усиливает вертикальную выровненность топологии иерархического дерева (высокие значения Δ^+). В свою очередь, преобладание в составе таксоцена поливидовых ветвей влияет на возрастание общей вариабельности его таксономической структуры (высокие значения Λ^+).

Особенности формирования конкретного таксоцена, в таксономической структуре которого широко представлены регион-специфичные виды, вероятно, вызваны воздействием нескольких факторов. В их числе укажем относительно однородные геоморфологические особенности донного ландшафта в северо-западной и северо-восточной частях Черного моря, что приводит к сужению разнообразия экологических ниш и развитию значительного числа стенобионтных видов.

Так, в регионах СЗЧМ, Румынии и Болгарии шельф представлен пологой отмелью, почти равномерно покрытой песчано-илистыми донными отложениями, образованными выносом крупных рек – Днепра, Днестра, Буга, Дуная. В регионе Кавказа, напротив, узкая абразионная зона сублиторали представлена скалистым субстратом и практически лишена рыхлых грунтов вследствие сильных подводных течений и крутого подводного склона.

У побережья Крыма различные формы донного рельефа и типы донных отложений способствуют большему разнообразию экологических ниш и таксономической диверсификации, что приводит к сильной разветвленности иерархического дерева таксоцена донных диатомовых, когда большинство исходных таксонов замыкается на филогенетически общем узле, соответствующем уровню рода или семейства. Доля монотаксонных ветвей в структуре иерархического дерева региона Крыма может быть снижена, за счет обитания в данной акватории большого

числа близкородственных видов. В свою очередь, обнаружение новых находок из числа таксономически обособленных редких видов может приводить к увеличению доли моно- и олиготаксонных ветвей в архитектонике древа в отдельных районах побережья. Таким образом, структура древа донных диатомовых в акватории Крыма характеризуется как наиболее близкая к среднеожидаемой структуре Bacillariophyta Черного моря как по величине индекса средней таксономической отличительности (AvTD), так и по значениям его вариабельности (VarTD).

Ранее [Неврова, 2014 б; Petrov et al., 2010] были выявлены одномерные зависимости между значениями индекса таксономической отличительности и ключевыми абиотическими факторами (рис. 16), однако характер кривых отклика таксономической структуры таксоценоза при усилении воздействия разных факторов различается.

Так, например, с ростом глубины значение индекса AvTD (Δ^+) также возрастает (см. рис. 16 А), но в этом случае на развитие видов в таксоценозе влияет не собственно глубина, а фактор изменения освещенности, тесно скоррелированный с глубиной. Ранее было показано [Ревков, Неврова, 2004], что в верхней зоне сублиторали (0 – 5 м) численность массовых видов диатомовых достигает максимума, при этом большая часть видов в таксоценозе относится к поливидовым таксономическим ветвям.

В свою очередь, наибольшее видовое богатство, когда в структуре таксоценоза широко представлены таксономические ветви различной насыщенности (моно-, олиго- и поливидовые), отмечено в диапазоне глубины 6 – 20 м. Индекс AvTD, соответственно, также достигает максимума в этом диапазоне (см. рис. 16 А). На глубине более 25 – 30 м при ослаблении освещенности общее число видов (и численность) диатомовых уменьшается, в структуре древа начинают преобладать поливидовые ветви, что вызывает снижение значений индекса AvTD [Неврова, 2015].

Зависимость изменения величин индекса от доли песчаных фракций в грунте имеет выраженную куполообразную форму (см. рис. 16 С). Сходный характер также имеют и зависимости значений AvTD от уровня накопления в донных осадках C_{org} и ключевых поллютантов (см. рис. 16 В и D – F). Низкие значения индекса при минимальных значениях этих факторов, по-видимому, обусловлены слабым накоплением упомянутых веществ в крупноразмерных песчаных осадках, преобладающих обычно на мелководье в зоне активного гидродинамического переотложения и выноса мелких фракций. В таком биотопе пониженный уровень таксономического разнообразия таксоценоза определяется, вероятно, не прямым влиянием на таксоценоз диатомовых поллютантов, а скорее гидрологическими условиями и размерной структурой осадков.

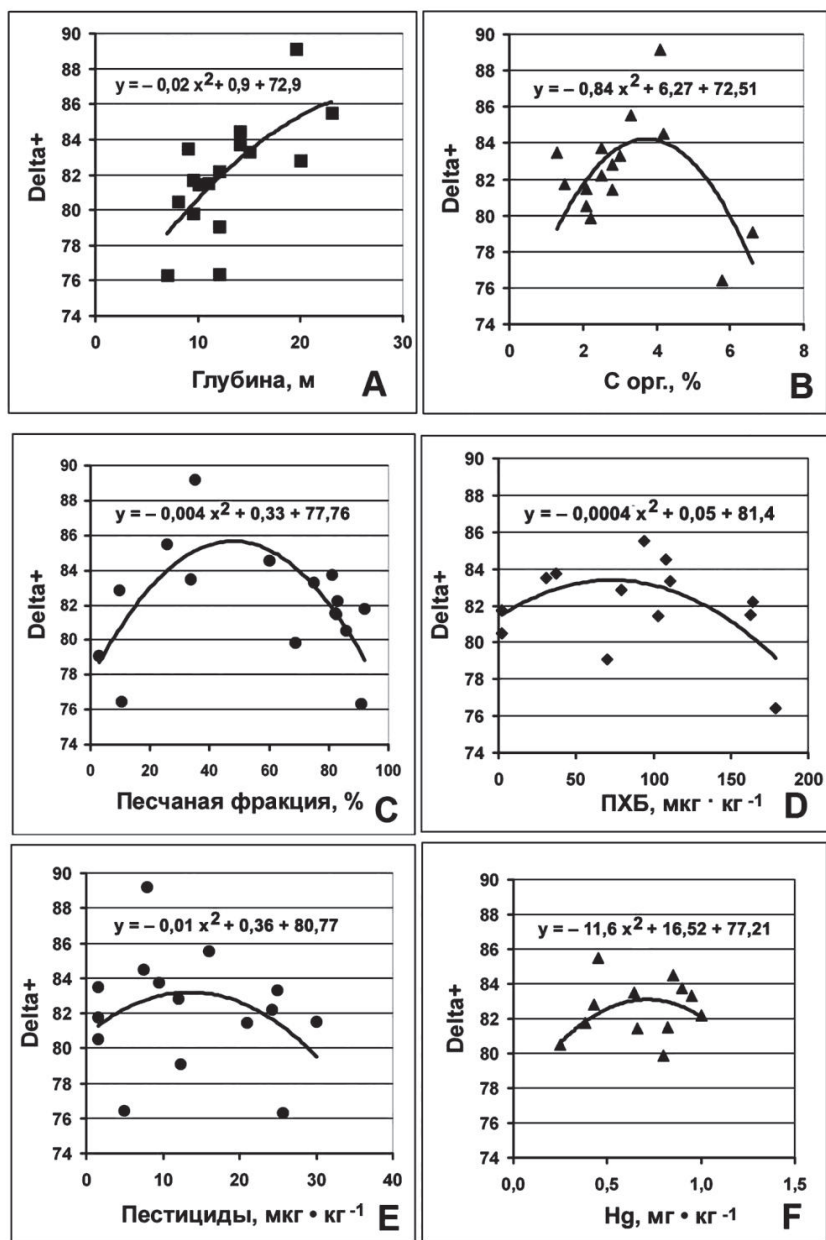


Рис. 16. Зависимость между ключевыми абиотическими факторами и значениями индекса AvTD для таксоцены диатомовых б. Балаклавская (Черное море): А – глубина; В – $C_{орг}$; С – песчаная фракция грунта; Д – полихлорбифенилы; Е – пестициды; Ф – ртуть

На значительной глубине в илистых грунтах (с низкой долей песчаных фракций) накопление поллютантов достигает высокого уровня. В этом случае минимальное таксономическое разнообразие, видимо, определяется как негативным влиянием стрессоров, так и ослабленным уровнем освещенности и неблагоприятным воздействием на диатомовые водоросли высокой заиленности. В пределах зоны средней сублиторали (глубина 10 – 25 м) отмечены максимальные значения индекса таксономической отличительности. Очевидно, что условия достаточной освещенности при относительно невысоком уровне содержания поллютантов в песчано-илистых грунтах формируют зону условного экологического оптимума, в пределах которой развивается наибольшее число видов, относящихся к таксономическим ветвям различной насыщенности.

В целом, использование индексов таксономической отличительности для мониторинга состояния таксоценов диатомовых позволяет выявить и охарактеризовать новые аспекты разнообразия сообществ, которые не удастся оценить с помощью традиционных индексов. В частности, индексы AvTD и VarTD можно использовать для количественной оценки изменений иерархической структуры таксоценов под воздействием естественных и антропогенных стрессоров. Данный методический вопрос требует дальнейшей разработки по мере накопления новых данных по откликам структуры разных групп микрофитобентоса в различных экологических условиях.

6.3. Анализ встречаемости видов и выделение видов с рангом высокой и наивысшей таксономической исключительности

Важным аспектом в оценке состояния сообществ микрофитобентоса является анализ встречаемости видов. Наиболее обильными в диатомовой флоре Черного моря являются поливидовые семейства Naviculaceae (12 родов / 178 видов и ввт), Bacillariaceae (7 / 121), Catenulaceae (5 / 105), Cocconeidaceae (3 / 63), Achnanthaceae (5 / 57). Максимальное богатство на уровне рода и минимальная видовая насыщенность присущи семейству Fragilariaceae (18 / 54). Наибольшим разнообразием на уровне видов и внутривидовых таксонов диатомовых бентоса характеризуются роды *Navicula* (109 видов и ввт), *Nitzschia* (96), *Amphora* (91), *Cocconeis* (57), *Diploneis* (47), *Fallacia* (32), *Lyrella* (25), *Cymbella* (22), *Achnanthes* (27), *Planothidium* (24), *Caloneis* (21) и *Licmophora* (21). Они образуют наиболее насыщенные поливидовые ветви в иерархической структуре таксоценов донных диатомовых Черного моря [Неврова, 2015].

Все обнаруженные в бентосе Черного моря диатомовые (1094 вида и ввт) разделены на пять групп (по частоте их упоминания в литературе) (рис. 17). Группу I образуют 120 видов, отмеченных в каждом из пяти регионов моря и стабильно присутствующих в составе региональной флоры (11% состава флоры). Группы II, III и IV сформированы из 103, 129 и 229 видов, встречаемых, соответственно, в четырех – трех – двух регионах. Эти виды обычны для таксоценов диатомовых черноморской сублиторали. Наиболее многочисленна группа V, представленная 513 видами, упомянутыми однократно лишь в одном из пяти регионов. Среди них есть виды, довольно обильно развивающиеся в отдельных исследованных биотопах, но нигде более не встречаемые. Однако подавляющее большинство представителей группы V, составляющие около 50% диатомовой флоры Черного моря, – виды редкие, либо уникалы, либо вселенцы. Окончательные выводы об эндемичности вышеуказанных видов группы V или их приуроченности к отдельным местообитаниям могут быть сделаны только при расширении общего объема и географии исследований донных диатомовых всего Черного моря. Аналогичные заключения по отношению к вселенцам также могут быть допустимы с большим трудом, поскольку из-за микроразмерности клеток и недостаточной изученности диатомовой флоры в целом невозможно с уверенностью утверждать, что данный вид не существовал в Черном море в историческом прошлом, а был интродуцирован в последнее время из других частей Мирового океана [Неврова, Петров, 2008].

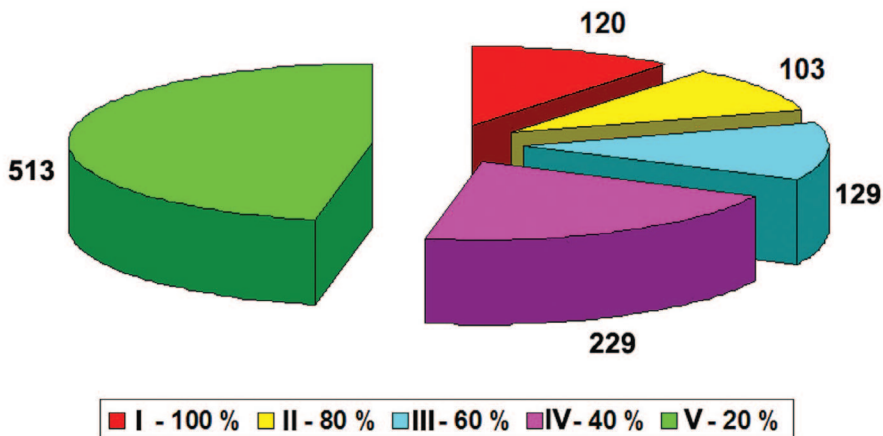


Рис. 17. Встречаемость видов донных диатомовых Черного моря; группа видов встречена: I – во всех 5 регионах; II – в 4; III – в 3; IV – в 2; V – только в одном из рассмотренных регионов

Проведена оценка ранга таксономической исключительности по степени встречаемости данного вида в разных регионах и разветвленности таксономической ветви. Семейства с высокой видовой насыщенностью и относящиеся к ним виды не образуют отдельной монотаксонной ветви до уровня порядка, а сливаются в общую ветвь с близкими таксонами уже на уровне рода или семейства. Виды, принадлежащие к поливидовым семействам, близки в филогенетическом отношении, поэтому элиминация одного или даже нескольких таких видов из флоры региона не приведет к исчезновению ветви на уровне рода, семейства и порядка, и в целом мало скажется на общей структуре иерархического дерева таксоценоза. Такие виды характеризуются **рангом низкой таксономической исключительности**.

Виды, формирующие моно- или олиготаксонную ветвь вплоть до уровня порядка и встреченные в нескольких регионах, характеризуются **рангом высокой таксономической исключительности**, поскольку их элиминация под воздействием неблагоприятных условий приводит к исчезновению всей ветви (или ее значительной части) и, следовательно, к изменению таксономической структуры дерева и снижению показателей таксономического разнообразия всего таксоценоза на региональном уровне.

Среди редких и единичных видов черноморских диатомовых (группа V) выделены 33 вида, принадлежащие к моно- и олиговидовым таксонам, т.е. к одной ветви на иерархическом древе – одному роду, семейству или даже порядку, и встреченные в нескольких регионах. В классе Coscinodiscophyceae таких видов отмечено 21, Fragilariophyceae – 10, Bacillariophyceae – 2 (табл. 3).

В составе моно- и олиговидовых таксонов особо выделены виды, которые встречаются только в одном из пяти изученных регионов. Они обладают **рангом наивысшей таксономической исключительности**. Элиминация такого вида из состава флоры региона приводит к исчезновению целой филогенетической ветви (включая род, семейство или порядок со специфическим геномом) из флоры Черного моря, что приводит к заметным изменениям структуры таксоценоза диатомовых как конкретного региона, так и архитектоники иерархического дерева Bacillariophyta Черного моря в целом [Неврова, 2015].

Среди единичных видов (встреченных только в одном из 5 черноморских регионов) в составе моно- и олиговидовых таксонов особо выделены 12 регион-специфичных видов, которым присвоен ранг наивысшей таксономической исключительности. У побережья Румынии и в районе СЗЧМ отмечено по 3 таких вида, у берегов Крыма – 6 (табл. 4).

Таблица 3

Виды диатомовых с высоким рангом таксономической исключительности

Вид	Род	Сем.	Пор.	Класс	Регион
<i>Actinoptychus senarius</i>	1	1	1	Coscinodiscophyceae	Болгария, СЗЧМ, Крым
<i>Aulacoseira distans</i>	1	1	1		Румыния
<i>Aulacoseira granulata</i>					Румыния, СЗЧМ, Крым
<i>Aulacoseira islandica</i>					Румыния
<i>Aulacoseira italica</i>					Румыния, СЗЧМ
<i>Asteromphalus flabellatus</i>	1	1	1		Румыния, Кавказ
<i>Asteromphalus robustus</i>					Румыния, Крым
<i>Anaulus minutus</i>	1	1	1		Болгария, СЗЧМ,Крым
<i>Auliscus sculptus</i>	1	1	1		СЗЧМ, Крым
<i>Cerataulus smithii</i>	1				СЗЧМ,Крым, Кавказ
<i>Cerataulus turgidus</i>					Румыния, Крым
<i>Pleurosira laevis</i>	1				Румыния, СЗЧМ, Крым
<i>Triceratium antediluvianum</i>	1				Все регионы
<i>Bacteriastrum hyalinum</i>	1	1	1		СЗЧМ, Крым
<i>Paralia sulcata</i>	1	1	1		Все регионы
<i>Glyphodesmis distans</i>	1	1	1		Все регионы
<i>Cymatosira belgica</i>	1	1	1		Крым, СЗЧМ, Кавказ
<i>Plagiogrammopsis sp.</i>	1				Крым
<i>Endictya oceanica</i>	1	1	1		Румыния, СЗЧМ, Крым, Кавказ
<i>Biddulphia rostrata</i>	1	1	1		СЗЧМ, Крым, Кавказ
<i>Biddulphia vesiculosa</i>					Румыния
<i>Ardissonea crystallina</i>	1	1	1	Все регионы	
<i>Ardissonea baculus</i>				Все регионы	
<i>Ardissonea robusta</i>				Крым	
<i>Climacosphenia moniligera</i>	1	1	1	СЗЧМ, Болгария	
<i>Delphineis minutissima</i>	1	1	1	СЗЧМ, Крым	
<i>Delphineis surirella</i>				СЗЧМ, Крым, Кавказ	
<i>Rhaphoneis amphiceros</i>	1	1	1	Крым, Кавказ	
<i>Psammodiscus nitidus</i>	1			Все регионы	
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	1	1	1	Все регионы	
<i>Toxarium undulatum</i>	1	1	1	Все регионы	
<i>Anomoeoneis spaerophora</i>	1	1	1	СЗЧМ, Крым	
<i>Proschkinia complanatoides</i>	1	1	1	Бacillario phyceae	СЗЧМ, Крым

Таблица 4

Регион-специфичные виды диатомовых с наивысшим рангом
таксономической исключительности

Вид	Род	Семейство.	Порядок	Класс	Регион
<i>Brachysira aponina</i>	1	1	1	Bacillariophyceae	СЗЧМ
<i>Proshkinia complanata</i>	1	1			СЗЧМ
<i>Cavinula lacustris</i>	1	1			Румыния
<i>Neidium binodis</i>	1	1			Крым
<i>Amicula speculum</i>	1	1			
<i>Astartiella bahusiensis</i>	1	1	1		
<i>Astartiella producta</i>					
<i>Astartiella</i> sp.1DV	1				
<i>Pauliella taeniata</i>	1				
<i>Stictodiscus nitidus</i>	1	1	1	Coscinodisco phyceae	СЗЧМ
<i>Orthoseira roeseana</i>	1	1	1		Румыния
<i>Hannaea arcus</i>	1	1	1	Fragilario phyceae	

Антропогенное воздействие (в основном, влияние разных видов загрязнителей, накопленных в больших концентрациях в донных отложениях) в первую очередь приводит к элиминации видов из олиго- и моновидовых ветвей дерева таксоценоза. Поэтому сохранение видов с наивысшим рангом таксономической исключительности (т.е. формирующих регион-специфичную моноксеновую ветвь на древе) имеет приоритетность для поддержания генетического пула таксоценоза. Применительно к донным диатомовым, одним из путей сохранения высокого таксономического разнообразия Bacillariophyta может являться сохранение неизменности экологических условий и минимизация негативных воздействий в местах их обитания.

6.4. Оценка воспроизводимости и достоверности определения в пробах видового состава диатомовых

Видовой состав и количественное развитие массовых видов бентосных диатомовых могут существенно различаться в зависимости от экологической гетерогенности биотопа и микромасштабности их распределения даже на смежных участках дна. При этом показатели

видового богатства таксоцена могут изменяться, как правило, в зависимости от числа собранных проб, от корректности статистического усреднения и последующего обобщения результатов по нескольким пробам или повторностям, взятым с одной станции [Неврова и др., 2003; Brose et al., 2003; Izsak, Price, 2001; Sanders, 1968].

В таких исследованиях важным методическим моментом является оценка воспроизводимости результатов определения видового состава диатомовых при сравнении между собой повторностей с отдельной станции, а также достоверности различий видового состава между разными станциями при усреднении нескольких повторностей, взятых на каждой из них. От надёжности полученных результатов зависят конечные выводы о различиях структуры таксоцена в разных экологических условиях.

Особенности видовой структуры таксоцена и количественное распределение диатомовых на станциях в пределах полигона могут быть выявлены на основе расчёта численности и числа видов на каждой станции. Для изучения особенностей структуры таксоцена применены алгоритмы многомерного статистического анализа (пакет PRIMER v5.2), а также некоторые широко используемые индексы разнообразия: Шеннона, Маргалефа, Пилу [Clarke, Gorley, 2001]. Сходство между станциями можно оценивать по коэффициенту Брэй-Куртиса (или иным индексам сходства) на основе матрицы исходной численности диатомовых, трансформированной в степени 0.25 (для снижения разброса исходных данных по численности). Оценка достоверности различий видовой структуры таксоцена диатомовых проводится на основе алгоритма сравнения вариабельности средних значений ранговых сходств (R-статистика) для 1-уровневого теста по методу многократных случайных перестановок (рандомизация). Вариабельность степени сходства между всеми возможными парами станций из разных групп сопоставляется с вариабельностью сходств между любой парой станций из одной группы с целью принятия или отвержения нуль-гипотезы об отсутствии достоверных различий (пакет PRIMER v5.2, программа ANOSIM) [Clarke, 1993; Clarke, Warwick, 2001].

В результате специально проведенного методического исследования [Петров, Неврова, 2012] установлено, что взятые случайным образом две повторности из одной пробы характеризовались достоверно более высоким уровнем сходства видового состава диатомовых (в среднем, в 1.6 – 2.5 раза), по сравнению с уровнем сходства при попарном сравнении повторностей, относящихся к разным станциям. Выявлена высокая статистическая достоверность различий ($R_{\text{global}} = 0.845$, $P < 0.1 \%$) видового состава донных диатомовых между смежными станциями, наряду с

отсутствием достоверных различий между пробами, взятыми на одной станции. Эти результаты позволяют использовать данные по воспроизводимости определения видового состава диатомовых на каждой станции на основе анализа нескольких повторностей. Также подтверждается правомерность усреднения полученных по ним численных данных при использовании рекомендованных выше методов отбора, количественного подсчета клеток и таксономического определения видового состава на постоянных препаратах.

Прогностические расчеты ожидаемого числа видов можно проводить на основе эстиматоров из групп Chao и Jack-knife [Chao, 1984, 1987; Colwell, Coddington, 1994; Walther, Martin, 2001; Foggo et al., 2003] по формулам расчета, включенным в статистический пакет PRIMER v5.2, раздел «species-accumulation plots» [Clarke, Gorley, 2001].

Алгоритмы экстраполяции видового богатства Chao-1 и Chao-2 позволяют проводить оценку ожидаемого числа видов на основе сравнительно небольшого числа проб [Chao, 1984, 1987; Ugland, Gray, 2004]. Оба эстиматора рассчитываются по общей формуле 16:

$$S_{total} = S_{obs} + (a^2/2b) \quad (16)$$

где: S_{total} – предсказанное общее видовое богатство; S_{obs} – число видов, реально обнаруженное в массиве проб; a – число видов, представленных в одном экземпляре (виды-синглетоны в Chao-1), и число видов, встреченных только в 1 пробе (уникальные виды в Chao-2). Коэффициент b – число видов, имеющих численность 2 экз. (в Chao-1), или число видов, встреченных только в 2 пробах (Chao-2). Поскольку в пробах наименьшая условная численность клеток диатомовых составляла 10 экз.·см⁻², то кривая Chao-1 сливается с кривой накопления выявленных видов (т.е. $S_{exp} = S_{obs}$), и в данном анализе ожидаемого видового богатства диатомовых можно использовать только эстиматор Chao-2.

В основе эстиматоров серии Jack-knife лежит учет ожидаемого числа в первую очередь редких видов (формула 17):

$$S_{total} = S_{obs} + Q \cdot (m-1/m) \quad (17)$$

где: Q – число видов, отмеченных однократно в рассмотренных пробах; m – общее число взятых проб [Heltsh, Forester, 1983; Colwell, Coddington, 1994].

Данный алгоритм оценки дает удовлетворительные результаты при учете сравнительно небольшого числа проб и ранее успешно применялся для анализа данных по морскому бентосу [Rumohr et al., 2001; Foggo et al., 2003].

Как показано ранее [Петров, Неврова, 2012 а, б; Petrov, Nevrova, 2013, а, b; Petrov, Nevrova, 2014], вышеназванные эstimаторы из групп Chao и Jack-knife при анализе значительного числа проб донных диатомовых дают довольно существенную погрешность (см. п.п. 2.2.1, 2.2.2). Более точные результаты и наименьшую погрешность дает применение графического S_{∞} -метода, основанного на алгоритмах регрессионного анализа [Karakassis, 1995; Ugland, Gray, 2004].

В S_{∞} -методе расчет максимально ожидаемого числа видов (S_{exp}) основан на определении теоретического верхнего предела (асимптоты) для кривой накопления видов по усредненным значениям из 1000 случайных перестановок (метод рандомизации), когда при бесконечно большом числе отобранных проб две последовательные пробы показывают одинаковое накопленное число видов. Прогнозируемое число видов, т.е. значение такой асимптоты, рассчитывается путем решения линейного уравнения зависимости предельного числа накопленных видов в K пробах ($S_{obs(k)}$) от их числа в $K + 1$ пробах ($S_{obs(k+1)}$) относительно параметров уравнения $Y = X$, являющегося биссектрисой первой координатной четверти.

Для оценки точности эstimаторов по степени отклонения числа видов, определенных расчетным путем, от фактически выявленного их числа в конечном множестве проб (т.е. определение «недооцененности» или «переоцененности» истинного видового богатства), рассчитаны относительная ошибка (RE-relative error) и относительное квадратичное отклонение (SRD) [Cogalniceanu et al., 2009] (формулы 18, 19):

$$RE = \frac{S_{est} - S_{obs}}{S_{obs}} \quad (18);$$

$$SRD = (RE)^2 \quad (19),$$

где: S_{est} – ожидаемое число видов, полученное на основе расчета эstimатора; S_{obs} – реальное видовое богатство, рассчитанное по верхнему пределу асимптоты накопления видов для множества от 1 до n проб с учетом многократных случайных перестановок; RE – показатель относительного отличия между величинами ожидаемого и реально встреченного числа видов при рассмотрении разного множества проб; SRD – показатель степени близости расчетной величины к реальному числу видов, безотносительно знака отклонений, т.е. является мерой погрешности функции оценки [Brose et al., 2003].

Сравнительная оценка надежности расчета видового богатства может быть проведена также на основе расчета параметров смещения (bias) и точности (precision). Первый из них

позволяет определить, наблюдается ли постоянная недооценка (или переоценка) общего видового богатства в ходе применения каждого из эстиматоров, а второй – оценить степень близости расчетной кривой к реальному числу видов вдоль всей последовательной шкалы проб (формулы 20, 21):

$$\text{Bias} = \sum \left(\frac{(E_j - A_j)}{(A_j \cdot n)} \right) \quad (20);$$

$$\text{Precision} = \sum \left[\frac{(E_j - A_j)^2}{(A_j)^2 \cdot n} \right] \quad (21),$$

где: j – число проб, которое изменяется от 1 до n ; n – общее количество рассмотренных проб; E_j – значение видового богатства, полученное по соответствующему эстиматору; A_j – число видов, определенное по асимптоте кумуляты видового богатства для j проб [Walther, Morand, 1998; Walther, Martin, 2001]. Отметим, что «хороший» эстиматор должен характеризоваться близкими к нулю величинами параметров смещения и точности.

Сравнение проб по уровню ожидаемого богатства видов диатомовых можно выполнить на основе метода «разрежения» (rarefaction) [Sanders, 1968; Hurlbert, 1971; Soetaert, Heip, 1990] в программе DIVERSE пакета PRIMER v5 [Clarke, Gorley, 2001]. Расчет данного показателя основан на различном характере ожидаемого накопления видов в разных по числу клеток выборках, случайным образом многократно отобранных из всего множества особей в пробе для разных по числу клеток подмножеств особей (10, 20, ..., 50, 5000 и т.д.).

6.5. Выделение значимых компонентов сообществ микрофитобентоса

Выявление комбинации ключевых абиотических факторов, в наибольшей степени влияющих на показатели развития основных таксономических групп и видов микрофитобентоса, возможно проводить по результатам расчета максимальных коэффициентов ранговой корреляции Спирмена (ρ_{max}) при сопоставлении биотической и абиотической матриц сходства (пакет PRIMER v5, программа BIOENV) [Clarke, Warwick, 2001].

По итогам таких расчетов можно определить комбинацию из сравнительно небольшого (до 6–7) числа ключевых абиотических переменных, изменение которых в наибольшей степени соответствует изменению распределения плотности и видового состава диатомовых. В последующем анализе следует учитывать именно эти наиболее

значимые переменные. Для оценки вклада ведущих переменных в формирование объединенного градиента абиотических факторов в пределах полигонов применяют факторный анализ по методу главных компонент (МГК) [Statistica for Windows, 1999].

Выделение пространственных групп станций. Выделение в пределах полигонов групп станций, сходных по уровню ключевых абиотических факторов, можно выполнять методами кластерного и ординационного анализа (мерой сходства служат нормализованные значения Эвклидова расстояния для всех абиотических переменных) (программы CLUSTER и MDS, пакет PRIMER v5). В пределах каждой из групп станций можно исследовать **таксоценоотические комплексы**, т.е. группировки диатомовых с характерной структурой, обусловленной возможным различным влиянием экологических факторов в пределах акватории изучаемого полигона.

Оценку достоверности различий между таксоценоотическими комплексами, выделенными в пределах акватории, проводят на основе алгоритма сравнения степени вариабельности средних значений ранговых сходств (R-статистика, общие и попарно-групповые тесты) для комбинаций всех возможных пар станций из разных групп по сравнению с вариабельностью ранговых сходств между любой парой станций одной группы (одноуровневый анализ сходства, программа ANOSIM) [Clarke, Warwick, 2001].

Сходство станций по видовому составу и количественному развитию диатомовых можно оценить также с помощью алгоритмов иерархической кластеризации и ординации, но используя в качестве характеристического параметра плотность поселения (экз.·см⁻²). В этом виде анализа мерой сходства служат, например, значения коэффициента Брэй-Куртиса (программы CLUSTER и MDS). Для того, чтобы снизить нежелательный эффект влияния высокой численности наиболее массовых видов на результаты расчетов, исходные данные по численности клеток водорослей в матрицах сходства предварительно следует трансформировать (в степени 0.5 или 0.25).

Выделение индикационных и дискриминаторных видов. Построение списка видов, которые в наибольшей степени обуславливают вклад во внутрикомплексное сходство и различия между комплексами видов донных диатомовых, формирующихся, например, в загрязненном и условно чистом биотопах, следует выполнять на основе коэффициентов сходства (*S*) или различия (*D*), рассчитанных как отношение абсолютных значений вклада *i*-го вида к стандартному отклонению *SD* (PRIMER v5, программа SIMPER) [Clarke, Warwick, 2001] (формулы 22, 23):

$$S = S_i / SD (S_i) \quad (22)$$

$$D = D_i / SD(D_i) \quad (23)$$

Средний вклад вида i в значение коэффициента различия D_{jk} для проб j и k , относящихся к двум сравниваемым комплексам, т.е. величина $D_{jk}(i)$, определяется как i -й член уравнения (формула 24):

$$D_{jk}(i) = 100 \cdot |y_{ij} - y_{ik}| / \sum (y_{ij} + y_{ik}) \quad (24),$$

где y_{ij} и y_{ik} – значения показателей обилия вида i в пробах j и k , соответственно.

В качестве показателя обилия следует использовать исходные (нетрансформированные) данные по численности клеток микроводорослей. Чтобы получить средний вклад \bar{D}_i вида i в общее различие между двумя комплексами, величина $D_{jk}(i)$ усредняется по всем парам проб (j, k), относящихся к обоим комплексам.

Средний вклад вида i во внутрикомплексное сходство (\bar{S}_i) определяют по среднему значению i -го члена в уравнении коэффициента видового сходства Брей–Куртиса для всех пар проб (j, k) внутри комплекса. Чем обильнее вид в пределах комплекса, тем больший вклад он вносит во внутрикомплексное сходство. Если вид обилен во всех пробах внутри комплекса, то стандартное отклонение его вклада $SD(S_i)$ мало, и отношение $S_i/SD(S_i)$ велико. Аналогично, если величина D_i велика, а стандартное отклонение $SD(D_i)$ мало (отношение $D_i/SD(D_i)$ велико), то вид i вносит заметный вклад в различие видовой структуры между выделенными комплексами.

Наиболее значимые виды донных диатомовых, вносящие максимальный вклад (по степени вариабельности параметров развития в пределах комплекса) в среднее внутрикомплексное сходство группы станций, названы **индикационными**, а виды с наибольшим вкладом в межкомплексное различие – **дискриминаторными** [Петров и др., 2005; Петров, Неврова, 2004; Belan, Moshchenko, 2009; Clarke, Warwick, 2001].

Отметим, что в случае, когда число видов микрофитобентоса среди выделенных групп станций велико, а снижение процентных вкладов видов в среднее межгрупповое различие или в среднее внутригрупповое сходство происходит постепенно, определить, какие виды следует считать надежными дискриминаторами, и какие виды – хорошими индикаторами, может быть затруднительно [Belan, Moshchenko, 2009].

Проведены попарные сравнения комплексов видов между несколькими биотопами, значительно различающимися по уровню антропогенной нагрузки (б. Балаклавская vs побережье у м. Айя (Золотой пляж), б. Ласпи vs б. Карантинная, внешняя vs внутренняя

части б. Севастопольская). По результатам установлено, что в список наиболее значимых индикационных (или дискриминаторных) видов входят виды, чей суммарный относительный вклад во внутрикомплексное сходство (или межкомплексное различие) составляет 40 – 50%. Остальную часть списка видов с уменьшающейся индивидуальной долей вклада в последующем анализе по выделению индикационных форм можно не учитывать.

В качестве примера приведем результаты сравнения комплексов видов, определяющих особенности структуры таксоценов в б. Ласпи (условно чистый биотоп) и внешняя часть б. Севастопольская (загрязненный биотоп) [Петров, Неврова, 2004]:

В комплексе б. Ласпи наиболее значимыми индикационными видами, определяющими структуру таксоценов, чей суммарный вклад в среднее внутрикомплексное сходство станций составляет около 48% , являются 11 (из общего списка 176) видов диатомовых. Доминируют *Tabularia tabulata* и *Amphora proteus* (их относительный вклад в среднее внутрикомплексное сходство составляет 9.64 и 8.48% соответственно). Доля вкладов остальных девяти видов менее значительна и снижается от 5.83% у *Navicula parapontica* до 2.41% у *Bacillaria paxillifera*. Наибольшие значения показателя функции сходства *S* отмечены у двух видов-доминантов (1.55 и 1.89 соответственно), а также у *Fallacia forcipata* (1.60), что характеризует их как виды с наиболее стабильными параметрами развития в экологических условиях б. Ласпи и определяет их индикационную роль в таксоценов донных диатомовых условно чистого района.

В комплексе б. Севастопольская близкий кумулятивный процент вклада (47.6%) в среднее внутрикомплексное сходство определяет группа из 8 руководящих видов (в общем списке 128 видов). Лидируют здесь *N. parapontica*, *Diploneis smithii* и *Tryblionella compressa*, как по наивысшим значениям относительного индивидуального вклада в среднее сходство внутри комплекса (11.23, 9.51 и 5.98% соответственно), так и по значениям показателя функции сходства *S* (1.18, 1.30 и 1.15 соответственно). Эти параметры определяют основную индикационную роль отмеченных видов в данном таксоценовотическом комплексе, который формируется в условиях значительного антропогенного загрязнения биотопа.

Среди видов, вносящих наибольший вклад в различие между сравниваемыми комплексами, нет явных лидеров, – вклад каждого из первых десяти видов (по списку) плавно уменьшается от 3.88 до 2.10%, составляя в сумме 25.3% от совокупного вклада всех видов. Наибольшие значения относительного вклада в межкомплексное различие (3.88...2.62%) и показателя *D* (1.55...1.24) отмечены у 5

видов – *T. tabulata*, *A. proteus*, *N. parapontica*, *T. compressa* и *D. smithii*, что определяет их как наиболее важные виды-дискриминаторы сравниваемых комплексов, структура которых может отличаться в разных условиях. Отметим также, что *T. tabulata* и *A. proteus* характеризуются максимальными средними показателями плотности популяции в б. Ласпи, и на один-два порядка меньшими – в загрязненной б. Севастопольская. Напротив, средняя численность трех остальных дискриминаторных видов гораздо выше в б. Севастопольская (у *T. compressa* – на 4 порядка) по сравнению с б. Ласпи.

Таким образом, наиболее значимые по величине относительного вклада в среднее внутрикомплексное сходство (*S*) ведущие индикационные виды (в б. Ласпи – *T. tabulata* + *A. proteus*, в б. Севастопольская – *N. parapontica* + *D. smithii* + *T. compressa*), выступают одновременно и видами-дискриминаторами по значению функции различия *D*, что дополнительно указывает на их значимость в качестве потенциальных индикаторов качества среды в биотопах с разным уровнем антропогенного воздействия. Эти виды в основном определяют как общие особенности структурной организации каждого из выделенных таксоценологических комплексов диатомовых, так и те количественные и структурные различия между комплексами, которые могут возникать под влиянием различных загрязнений. Возможно, что межкомплексные отличия в структуре таксоценоза связаны с различной толерантностью данных дискриминаторных видов к разному уровню воздействия абиотических факторов.

Отметим, что данный статистический метод позволяет определить индикационные (или дискриминаторные) виды не только при сравнении биотопов с разным уровнем антропогенной нагрузки, но и различающихся по экологическим условиям естественного характера. Так, при исследовании таксоценоза донных диатомовых условно чистого биотопа у побережья Крыма для различных зон сублиторали были выделены следующие виды: для верхней зоны (глубина 0 – 10 м) – *Navicula ramosissima*, *Licmophora gracilis*, *L. abbreviata*, для средней зоны (10 – 30 м) – *Amphora proteus*, *Diploneis smithii*, *Navicula palpebralis* var. *semitiplena*, для всех зон – *Grammatophora marina*, *Tabularia tabulata*, *Navicula parapontica*, *Cocconeis scutellum* и *Halamphora coffeaeformis* (рис. 18). Перечисленные виды вносят наибольший вклад как в показатели внутригруппового сходства, так и межгруппового различия, являясь одновременно и индикационными, и дискриминаторными [Ревков, Неврова, 2004].

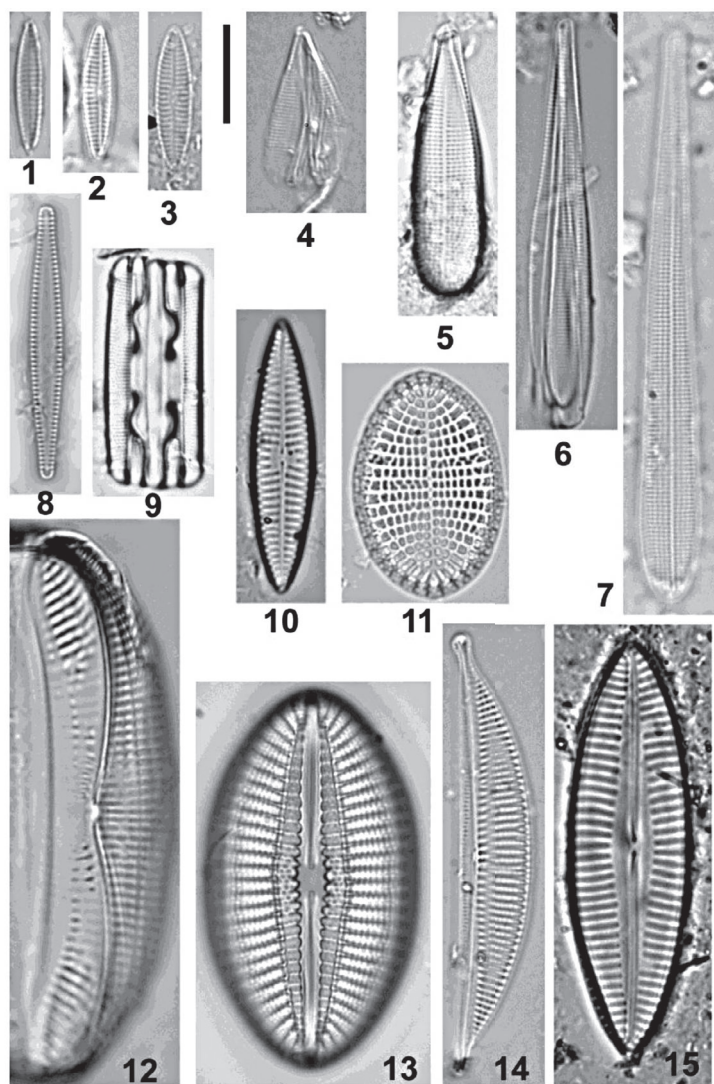


Рис. 18. Бентосные диатомовые – индикационные виды для условно чистого биотопа: 1 – 3 – *Navicula ramosissima*, 4 – 6 – *Licmophora gracilis*, 7 – *L. abbreviata*, 8 – *Tabularia tabulata*, 9 – *Grammatophora marina*, 10 – *Navicula parapontica*, 11 – *Cocconeis scutellum*, 12 – *Amphora proteus*, 13 – *Diploneis smithii*, 14 – *Halamphora coffeaeformis*, 15 – *Navicula palpebralis* var. *semiterna*. Размерная шкала 10 мкм (СМ).

В более загрязненном биотопе выделена иная группа наиболее значимых индикационных видов (рис. 19), которые определяют как особенности структуры таксоценоотического комплекса в данных экологических условиях, так и играют роль дискриминаторных при сравнении с комплексом видов в чистых биотопах [Петров и др., 2005].

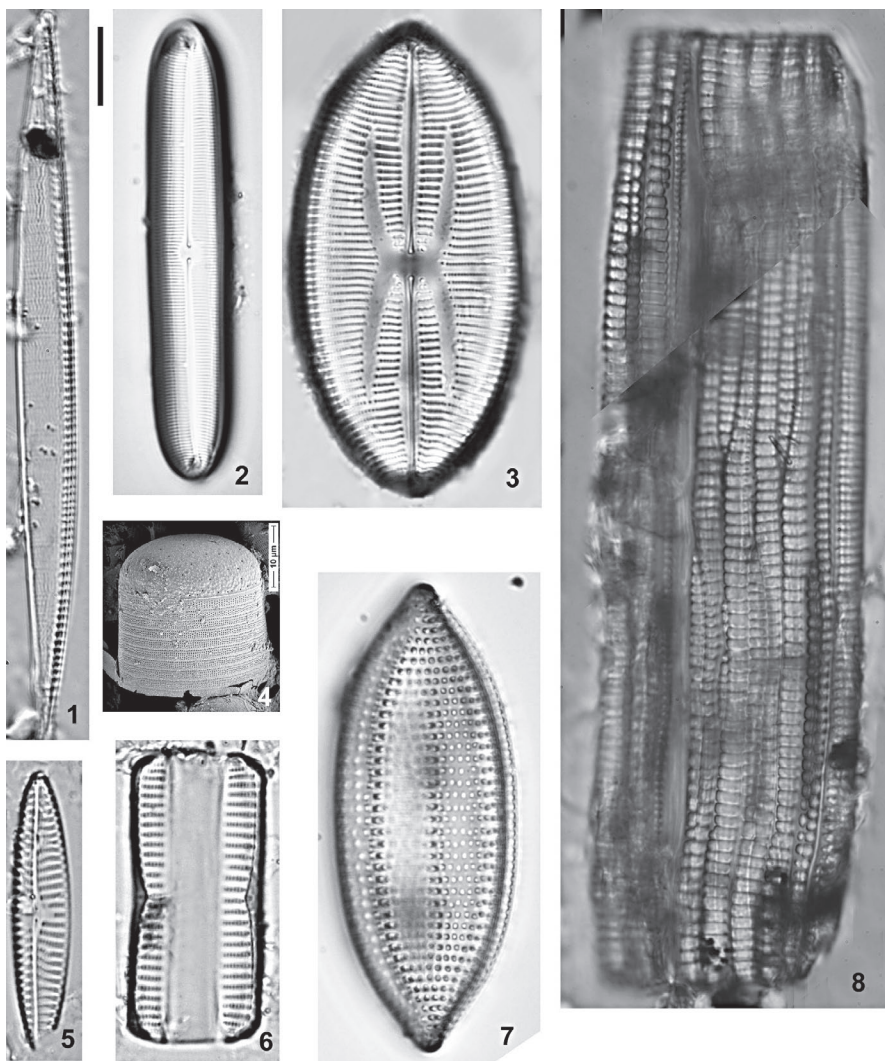


Рис. 19. Бентосные диатомовые – индикационные виды для загрязненного биотопа: 1 – *Nitzschia sigma*; 2 – *Caloneis liber*, 3 – *Lyrella abrupta*; 4 – *Melosira moniliformis*, 5, 6 – *Navicula cancellata*; 7 – *Nitzschia compressa*; 8 – *Rhabdonema adriaticum*. Размерная шкала 10 мкм. 1 – 3, 5 – 8 (СМ); 4 (СЭМ).

При определении списка индикационных видов донных диатомовых считаем необходимым обратить внимание на один важный методический момент. Ряд видов (например, *Diploneis smithii*, *Navicula parapontica*, *Cocconeis scutellum* и некоторые другие) характеризуются широким диапазоном экологической толерантности, что обеспечивает высокий уровень их количественного развития в биотопах, отнесенных как к условно чистым, так и подверженным значительному загрязнению. К тому же, микромасштабность распределения видов диатомовых в биотопе не всегда совпадает с характером макрораспределения техногенных коллютантов, что не позволяет однозначно выявлять связь между уровнем загрязнения биотопа (исходя из данных химического анализа донных осадков) и степенью развития определенных видов диатомовых бентоса.

В таком случае при составлении списка дискриминаторных видов следует учитывать только те виды, чья абсолютная численность в одном из сравниваемых биотопов в несколько раз превышает таковую в другом биотопе, даже при близких значениях вклада таких видов в различие между сравниваемыми комплексами. В конечном итоге эффективность оценки влияния абиотических переменных (включая поллютанты) на бентосные микроводоросли и интерпретация полученных в ходе биоиндикационного анализа результатов определяется степенью изученности прямого и опосредованного воздействия этих факторов на состояние донных диатомовых, а также оптимального выбора структурно-функциональных показателей сообщества.

Окончательные выводы о применимости конкретного вида бентосных микроводорослей в качестве биоиндикатора должны быть подтверждены результатами лабораторных экспериментов по биотестированию с определением нормы реакции и чувствительности данного вида по отношению к конкретному токсиканту.

7. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СРЕДЫ С ПОМОЩЬЮ КОМПОНЕНТОВ СООБЩЕСТВ МИКРОФИТОБЕНТОСА

Разработка методов оценки качества среды с применением компонентов сообществ микрофитобентоса продолжается. Данное руководство по организации и проведению мониторинга с использованием компонентов сообществ микрофитобентоса Черного моря является одной из первых попыток стандартизации методов отбора и обработки проб морского микрофитобентоса и анализа полученных данных. Мероприятия по контролю и оценке качества окружающей среды должны быть изначально интегрированы в программы мониторинга. Реализация программ контроля качества

должна включать предварительное обучение персонала для полевых работ, отбора проб и лабораторно-аналитических процедур, идентификацию компонентов микрофитобентоса, анализ и интерпретацию результатов [Bağ et al, 2012; Bağ, Witkowski, 2013], а также разработку, поддержание и пополнение баз данных.

Полученные нами ранее научные результаты, положенные в основу данного методического руководства, дают возможность оценить отклик главного компонента сообщества морского микрофитобентоса (таксоцена донных диатомовых водорослей) на воздействие определенного экологического фактора (или комбинации наиболее значимых факторов), а именно: сопоставить структурные (количественные и таксономические) особенности реакции сообществ биоты на определенные условия в биотопе. Подобные исследования позволяют выявить наиболее чувствительные индикаторные виды, а также оценить с помощью различных формализованных методов надежность и достоверность результатов для прогностической оценки состояния таксоценов.

Подчеркнем, что ни один из рассмотренных методов и показателей пока не является универсальным при оценке качества морской среды. Объективная текущая и прогностическая оценка состояния сообществ шельфа Черного моря при изменении экологической обстановки может быть проведена лишь при комплексном применении различных взаимодополняющих методов. В этих методах следует использовать разные компоненты сообществ и эколого-таксономические группы биоты, которые обладают различной толерантностью к внешним воздействиям, и, в первую очередь, к антропогенным стрессорам.

Оценка состояния индикаторных сообществ и видов прежде всего должна быть направлена на выявление реакций биоты на хроническое или залповое поступление в морскую среду различных антропогенных поллютантов, представляющих наибольшую экологическую опасность. Отклики индикаторных объектов на воздействие естественных факторов следует изучать в пределах тех полигонов, которые не подвержены значительному антропогенному загрязнению.

Таким образом, к настоящему времени для мониторинга предлагается использовать следующие структурно-функциональные показатели сообществ микрофитобентоса:

Структурные показатели:

- **Общая численность и численность доминирующих видов;**
- **Общая биомасса и биомасса доминирующих видов;**
- **Видовое богатство;**
- **Таксономическая структура;**

- **Индексы видового разнообразия;**
- **Таксономическое разнообразие и индексы его оценки;**
- **Размерная структура популяций и морфометрическое разнообразие видов;**
- **Доминантные и субдоминантные виды;**
- **Индикационные и дискриминаторные виды;**
- **Виды, способные к интенсивному «цветению»;**
- **Потенциально опасные виды;**
- **Редкие виды и виды-вселенцы.**

Функциональные показатели:

- **Первичная продукция;**
- **Соотношение функциональных групп – R/K стратеги;**
- **Морфофункциональные индексы;**
- **Соотношения Автотрофы/гетеротрофы;**
- **Жизненный цикл;**
- **Сезонная динамика;**
- **Сукцессия сообществ.**

Описание методических подходов, алгоритмов и полученных ранее с их помощью результатов, приведенное в данном методическом руководстве, призвано сориентировать пользователя и обеспечить наиболее эффективное решение задач, поставленных в рамках программы биологического мониторинга с применением микроводорослей. Выбор наиболее подходящего метода и биообъекта остается за пользователем и определяется конкретной задачей в рамках планируемых мероприятий по оценке состояния морских акваторий в условиях воздействия на биоту всего комплекса естественных и антропогенных стрессоров. В данное методическое руководство впоследствии могут быть включены новые биологические и формализованные методы мониторинга. Эффективность таких методов будет уточняться по мере накопления новых результатов, полученных на основе их использования, и расширения знаний о биоиндикационных свойствах отдельных видов диатомовых.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Адрианов А. В. (2004) Современные проблемы изучения морского биологического разнообразия // Биология моря. 30 (1). С. 3–19.
- Адрианов А. В., Тарасов В. Г., Щербатюк А. Ф. (2005) Применение и перспективы сезонного видеомониторинга на особо охраняемых морских акваториях залива Петра Великого (Японское море) // Вестник ДВО РАН. 1. С.19-26.
- Александров Б. Г., Тарасенко А. А. (2006) К проблеме изучения микроводорослей песчаной супралиторали // Матеріали XII з'їзду українського ботанічного товариства (15–18 травня 2006, Одеса). Одеса. С. 186.
- Алимов А. Ф. (2000) Элементы теории функционирования экосистем. С-Петербург: ЗИН РАН. 147 с.
- Арсан О. М., Давидов О. А., Дьяченко Т. М. та ін. (2006) Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / Ред. В. Д. Романенко. Киев: Логос. 408 с.
- Барина С. С., Медведева Л. А., Анисимова О. В. (2006) Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. Тель-Авив: PiliesStudio. 498 с.
- Белякова Г. А., Дьяков Ю. Т., Тарасов К. Л. (2006) Ботаника: в 4-х т. Т. 1. Водоросли и грибы: учебник для студ. высш. учеб. заведений. Москва: Издательский центр «Академия». 320 с.
- Бодяну Н. (1979) Микрофитобентос. В кн.: Основы биологической продуктивности Чёрного моря / Ред. В. Н. Грезе. Киев. С. 109–122.
- Бондарчук Л. Л. (1980) Диатомовые водоросли прибрежных грунтов Кандалакшского залива Белого моря. В кн.: Донная флора и продукция краевых морей СССР. Москва. С. 63–73.
- Брянцева Ю. В., Лях А. М., Сергеева А. В. (2005) Расчет объемов и площадей поверхности одноклеточных водорослей Черного моря / Ред. Р.П. Тренкеншу. Препр. / НАН Украины. Институт биологии южных морей. Севастополь. 25 с.
- Вассер С. П., Кондратьева Н. В., Масюк Н. П. и др. (1989) Водоросли. Справочник / Ред. С. П. Вассер. Киев: Наукова думка. 608 с.
- Виноградов К. А. (1969) Контактные зоны южных морей. В кн.: Биологические проблемы океанографии южных морей. Киев: Наукова думка. С. 45–48.
- Воробьева Л. В., Зайцев Ю. П., Кулакова И. И. (1992) Интерстициальная мейофауна песчаных пляжей Черного моря. Киев: Наукова думка. 141 с.

- Гринь В. Г. (1963) Об'ємно-вагова характеристика провідних видів фітопланктону нижнього Дніпра. В кн.: Питання екології, фенології водних організмів Дніпра. Київ: Вид-во АН УРСР. С. 35–40.
- Гусляков Н. Е. (1980) Методы изучения морского микрофитобентоса. Оценка степени загрязнения вод по состоянию микрофитобентоса. В кн.: Руководство по методам биологического анализа воды и донных отложений / Ред. А. В. Цыбань. Ленинград. С. 166–171.
- Гусляков М. О. (2002) Діатомові водорості бентосу Чорного моря та суміжних водойм (морфологія, систематика, екологія, біогеографія): рукопис дисс. на здоб. наук. ступ. докт. біол. наук : спец. 03.00.05 – ботаніка. Київ. 336 с.
- Гусляков М. О., Ковтун О. О. (2000) Водорості мезофітопсаммону Чорного моря // Вісник ОНУ. 5 (1). С.129–134.
- Диатомовый анализ. Кн. 1. Определитель ископаемых и современных диатомовых водоростей. Общая часть (1949) / Ред. А. И. Прошкина-Лавренко. Москва–Ленинград: Госгеолитиздат. 240 с.
- Диатомовый анализ. Кн. 2. Определитель ископаемых и современных диатомовых водорослей. Порядки Centrales и Mediales (1949) / Ред. А. И. Прошкина-Лавренко. Москва–Ленинград: Госгеолитиздат. 444 с.
- Диатомовый анализ. Кн. 3. Определитель ископаемых и современных диатомовых водорослей. Порядок Pennales (1950) / Ред. А. И. Прошкина-Лавренко. Москва–Ленинград: Госгеолитиздат. 398 с.
- Диатомовые водоросли России и сопредельных стран. Ископаемые и современные. Том II (3). (2002) / Ред. И. В. Макарова. С-Петербург: Изд-во СПбГУ. 193 с.
- Диатомовые водоросли СССР (1974) / Ред. А. И. Прошкина-Лавренко. Ленинград: Наука. 403 с.
- Диатомовые водоросли СССР. Ископаемые и современные. Том II (2). (1992) / Ред. И. В. Макарова, А. И. Моисеева. Ленинград: Наука. 125 р.
- Дуплаков С. Н. (1933) Материалы к изучению перифитона // Труды лимнол. станции в Косине. 16. С. 3–160.
- Жуков А. В. (2005) Экологическое разнообразие и таксономическая организация сообществ животных // Біорізноманіття та роль зооценозу в природних і антропогенних екосистемах: Матеріали III Міжнар. наук. конф. (4–6 жовтня 2005 р., Дніпропетровськ) / Ред. А. Е. Пахомов. Днепропетровск: Вид-во ДНУ. С. 120–121.
- Заика В. Е. (1982) Некоторые данные о первичной продукции донных сообществ. В кн.: Первичная и вторичная продукция морских организмов. Киев: Наукова думка. С. 157–162.

- Северо-западная часть Черного моря: биология и экология (2006) / Ред. Ю. П. Зайцев, Б. Г. Александров, Г. Г. Миничева. Киев: Наукова Думка. 635 с.
- Касьянов В. Л. (2002) Морское биологическое разнообразие: изучение, охрана, ценность для человечества // Вестник РАН. 72 (6). С. 495–504.
- Каталог биоты Беломорской биологической станции МГУ (2008) / Ред. А. В. Чесунов, Н. М. Калякина, Е. Н. Бубнова. Москва: КМК. 384 с.
- Киселев И. А. (1956) Методы исследования фитопланктона. В кн.: Жизнь пресных вод СССР. Москва-Ленинград. 4 (1). 234 с.
- Ковалева Г. В. (2006) Микроводоросли бентоса, перифитона и планктона прибрежной части Азовского моря : автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. биол. наук : спец. 03.00.05 – ботаника. Санкт-Петербург. 19 с.
- Ковалева Г. В., Измайлов Я. А., Золотарева А. Е. (2015) Диатомовые водоросли из позднеголоценовых отложений Азовского моря, как индикаторы колебаний уровня водоема // Вестник Южного научного центра. 11 (1). С. 53-62.
- Коваленко О. В. (2009) Синьо-зелені водорості. Т. I (1). Пор. Chroococcales. В кн.: Флора водоростей України. Київ: Арістей. 387 с.
- Ковальчук Ю. Л., Неврова Е. Л., Шалаева Е. А. (2008) Диатомовые обрастания твердых субстратов. Москва: КМК. 174 с.
- Ковтун О. О. (2009) Еколого-біологічна, морфологічна і таксономічна характеристика фітобентосу Тилігульського лиману : автореф. дис. на здоб. уч. степ. канд. біол. наук : спец. 03.00.16 - екологія. Одеса. 24 с.
- Ковтун О. О., Снігирьова А. О., Білоус О. П. (2012) Методичні рекомендації з вивчення фітомікробентосу та фітоперифітону. Одеса. 36 с.
- Комулайнен С. Ф. (2003) Методические рекомендации по изучению фитоперифитона в малых реках / Ред. Г. В. Козлова. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН. 43 с.
- Коновалова Г. В., Селина М. С. (2010) Динофитовые водоросли (Dinophyta). В кн.: Биота российских вод Японского моря. / Ред. А. В. Адрианов. Владивосток: Дальнаука. 352 с.
- Крахмальний А. Ф. (2011) Динофитовые водоросли Украины (иллюстрированный определитель) / Ред. П. М. Царенко. Киев: Альтерпрес. 444 с.
- Кучерова З. С. (1973) Диатомовые водоросли и их роль в ценозе обрастания Чёрного моря : автореф. дис. на соискание уч. степ. канд. биол. наук : спец. 03.00.18 – гидробиология. Севастополь. 21 с.
- Лях А. М. (2010) Оценка морфометрических характеристик диатомовых водорослей с использованием трехмерных геометрических моделей: автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. биол. наук : спец. 03.00.17 – гидробиология. Севастополь. 25 с.

- Лях А. М. (2012) Компьютерная программа 3D-microalgae для вычисления объема и площади поверхности оболочки микроводорослей // *Modern Phytomorphology*. 1. С. 89–91.
- Лях А. М., Брянцева Ю. В. (2006) Геометрическое моделирование изменчивости форм и размеров диатомовых водорослей // *Проблемы биологической океанографии XXI века : материалы Междунар. науч. конф., посвящ. 135-летию ИнБЮМ (19–21 сентября 2006, Севастополь)*. Севастополь. С. 152.
- Лях А. М., Брянцева Ю. В. (2008) Формулы для вычисления объемов и поверхностей микроводорослей, находящихся в коллекции ИнБЮМ. В кн.: *Микроводоросли Черного моря: проблемы сохранения биоразнообразия и биотехнологического использования* / Ред. Ю. Н. Токарев, З. З. Финенко, Н. В. Шадрин. НАН Украины / Институт биологии южных морей. Севастополь : ЭКОСИ-Гидрофизика. С. 281–290.
- Лях А. М., Неврова Е.Л. (2010) Пространственное распределение морфохарактеристик бентосных диатомовых водорослей по акваториям бухт Ласпи и Севастопольской (Чёрное море) // *Наук. зап. Тернопіл. Держ. пед. ун-т. Сер.: Біологія*. 3 (44) Спец. вип. “Гідроекологія”. С. 146–148.
- Мережковский К. С. (1902) Список диатомовых водорослей Черного моря // *Ботан. Зап.* 19. С. 50-88.
- Методы экспериментальной микологии. Справочник (1982). Киев: Наукова думка. 522 с.
- Миничева Г. Г., Зотов А. Б., Косенко М. Н. (2003) Методические рекомендации по определению комплекса морфо-функциональных показателей одноклеточных и многоклеточных форм водной растительности. Препр. / НАН Украины. Одес. фил. Ин-та биологии южных морей. Одесса. 37 с.
- Михайлова Т. В., Петров А. Н., Повчун А. С. (1987) Расчет площади поверхности раковин некоторых видов черноморских двустворчатых моллюсков. АН УССР / Ин-т биологии южных морей им. А. О. Ковалевского. Севастополь. 6 с. Деп. в ВИНТИ 20.11.87, № 8730–В87.
- Морозова-Водяницкая Н. В. (1954) Фитопланктон Черного моря. Ч. II. Труды СБС. 8. С. 11–99.
- Неврова Е. Л. (1999) Донные диатомовые водоросли рыхлых грунтов в глубоководной части устья Севастопольской бухты // *Альгология*. 9 (1). С. 43–54.
- Неврова Е. Л. (1999–2001) Бентосные диатомовые водоросли побережья Северного Кавказа : Отчет по региональной комплексной программе Новороссийской биостанции. [Неопубл. данные].

- Неврова Е. Л. (2013 а) Структура сообществ и таксономическое разнообразие бентосных диатомовых у побережья Крыма (Чёрное море) // Диатомовые водоросли: современное состояние и перспективы исследований: материалы XII Междунар. научн. конф. альгологов (24–29 августа 2013, Борок, Россия). Кострома. С. 63–64.
- Неврова Е. Л. (2013 б) Структура и таксономическое разнообразие донных диатомовых в приустьевых зонах рек Бельбек и Черная (Юго-западный Крым, Украина) // Альгология. 23 (4). С. 471–492.
- Неврова Е. Л. (2013 в) Таксономическое разнообразие и структура таксоцены бентосных диатомовых (Bacillariophyta) в Севастопольской бухте (Чёрное море) // Мор. экол. журн. 12 (3). С. 55–67.
- Неврова Е. Л. (2014 а) Донные диатомовые водоросли (Bacillariophyta) в районе Филлофорного поля Зернова (северо-западная часть Чёрного моря): таксономическое разнообразие и структура таксоцены // Мор. экол. журн. 13 (3). С. 47–58.
- Неврова Е. Л. (2014 б) Эколого-таксономическая оценка донных диатомовых в Балаклавской бухте (Юго-Западный Крым, Чёрное море) // Альгология. 24 (1). С. 47–66.
- Неврова Е. Л. (2015) Бентосные диатомовые водоросли (Bacillariophyta) Чёрного моря: разнообразие и структура таксоцены различных биотопов : рукопись дисс. на соиск. уч. степ. докт. биол. наук : спец. 03.02.01 – ботаника и 03.02.10 – гидробиология. Москва. 445 с.
- Неврова Е. Л., Гусяков Н. Е. (1988) Сезонная динамика бентосных диатомовых водорослей на твердых субстратах Севастопольской бухты // Экология моря. 30. С. 25–28.
- Неврова Е. Л., Лях А. М. (2006) Новые и редкие для Чёрного моря виды донных диатомовых (Bacillariophyta) и определение их биомассы с помощью трехмерного моделирования // Экология моря. 72. С. 30–37.
- Неврова Е. Л., Петров А. Н. (2008) Таксономическое разнообразие диатомовых бентоса Чёрного моря. В кн.: Микроводоросли Чёрного моря: проблемы сохранения биоразнообразия и биотехнологического использования / Ред. Ю. Н. Токарев, З. З. Финенко, Н. В. Шадрин. НАН Украины / Институт биологии южных морей. Севастополь : ЭКОСИ-Гидрофизика. С. 60–85.
- Неврова Е. Л., Ревков Н. К. (2003) Видовой состав таксоцены бентосных диатомовых водорослей (Bacillariophyta) бухты Ласпи (Чёрное море, Украина) // Альгология. 13 (3). С. 269–282.
- Неврова Е. Л., Ревков Н. К., Петров А. Н. (2003) Микрофитобентос. В кн.: Современное состояние биоразнообразия прибрежных вод Крыма (Черноморский сектор) / Ред. В. Н. Еремеев, А. В. Гаевская. Севастополь. С. 270–282; 288–302; 351–362.

- Нестерова Д. А. (1988) Методические рекомендации по сбору и обработке морского фитопланктона. Одесса. 38 с.
- Никонова С. Е. (2012) Микрофитобентос супралиторали песчаных пляжей Одесского залива (Украина) // Тезисы докладов IV Междунар. конф. "Актуальные проблемы современной альгологии" (г. Киев, 23-25 мая 2012). С. 210–211.
- Одум Ю. (1986) Видовое, структурное и генетическое разнообразие в сообществах. В кн.: Экология. В 2-х т. Москва: Мир. Т. 2. С. 125–150.
- Петрова-Караджова В. (1977) Диатомовите водорасли в морските обраствания // Известия на Института по рибни ресурси. Варна. 15. С. 55–65.
- Петров А. Н., Неврова Е. Л. (2004) Сравнительный анализ структуры таксоцено донных диатомовых (Bacillariophyta) в районах с различным уровнем техногенного загрязнения (Чёрное море, Крым) // Мор. экол. журн. 3 (2). С. 72–83.
- Петров А. Н., Неврова Е. Л., Малахова Л. В. (2005) Многомерный анализ структуры таксоцено бентосных диатомовых (Bacillariophyta) в поле градиентов абиотических факторов в Севастопольской бухте (Черное море, Крым) // Мор. экол. журн. 4 (3). С. 65–77.
- Петров А. Н., Неврова Е. Л. (2012 а) Оценка воспроизводимости и достоверности определения видового состава диатомовых бентоса на полигоне юго-западного Крыма // Мор. экол. журн. 11 (3). С. 79–88.
- Петров А. Н., Неврова Е. Л. (2012 б) Прогностическая оценка видового богатства бентосных диатомовых водорослей при разных условиях обитания и количестве собранных проб // Альгология. 22 (4). С. 360–382.
- Планте-Куни М. (1982) Микрофитобентос рыхлых субстратов, хлорофилл «а» и первичная продукция / Ред. В. Е. Заика. В кн.: Первичная и вторичная продукция морских организмов. Киев: Наукова думка. С. 133–150.
- Протасов А. А. (1994) Пресноводный перифитон. Киев: Наукова думка. 307 с.
- Протасов А. А. (2002) Биоразнообразие и его оценка. Концептуальная диверсикология / Ред. И. Г. Емельянов. Киев. 106 с.
- Прошкина-Лавренко А. И. (1955) Диатомовые водоросли планктона Чёрного моря / Ред. В. П. Савич. Москва–Ленинград: Изд-во АН СССР. 222 с.
- Прошкина-Лавренко А. И. (1963) Диатомовые водоросли бентоса Черного моря / Ред. В. П. Савич. Москва–Ленинград: Изд-во АН СССР. 244 с.
- Разнообразие водорослей Украины (2000) / Ред. С. П. Вассер, П. М. Царенко // Альгология. 10 (4). 309 с.

- Ревков Н. К., Неврова Е. Л. (2004) Изучение особенностей структуры таксоцено бентосных диатомовых (Bacillariophyta) с помощью методов многомерной статистики (бухта Ласпи, Чёрное море) // Альгология. 14 (2). С. 161–170.
- Рощин А. М., Чепурнов В. А., Кустенко Н. Г. (1992) Диатомовые водоросли. В кн.: Флора и фауна заповедников СССР. Москва. С. 7–18.
- Рябушко Л. И. (1991) Микрофитобентос Филлофорного поля Зернова. АН УССР / ИнБЮМ им. А. О. Ковалевского. Севастополь. 28 с. Деп. ВИНТИ 02.07.1991, № 2981–В-91.
- Рябушко Л. И. (2006) Микроводоросли бентоса Черного моря (Чек-лист, синонимика, комментарий). Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. 143 с.
- Рябушко Л. И. (2008) Характеристика микрофитобентоса. В кн.: Микроводоросли Черного моря: проблемы сохранения биоразнообразия и биотехнологического использования / Ред. Ю. Н. Токарев, З. З. Финенко, Н. В. Шадрин. НАН Украины / Институт биологии южных морей. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. С. 29–50.
- Рябушко Л. И. (2013) Микрофитобентос Чёрного моря. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. 416 с.
- Рябушко В. И., Алеев М. Ю., Радченко В. Н., Рябушко Л. И., Чубчикова И. Н. (2003) Применение некоторых биоиндикаторов для оценки влияния на морские экосистемы. В сб.: Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа : сб. науч. тр. Севастополь. 2 (7). С. 144–154.
- Сабурова М. А. (1995) Пространственное распределение микрофитобентоса литорали Белого моря : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. биол. наук: спец. 03.00.18 – гидробиология. Москва. 21 с.
- Саут Р., Уиттик А. (1990) Основы альгологии / Пер. К. Л. Тарасова. Москва: Мир. 597 с.
- Сапожников Ф. В. (2001) Микрофитобентос мягких грунтов района Архипо-Осиповки и Инала (северо-кавказское побережье Чёрного моря) // Экология моря. 58. С. 13–17
- Сапожников Ф. В. (2002) Вертикальная зональность и структура сообществ микрофитобентоса побережья Северного Кавказа // Комплексные исследования северо-восточной части Чёрного моря / Ред.: А. Г. Зацепин, М. В. Флинт. Москва. С. 309–312.
- Сеничкина Л. Г. (1986) Вычисление объемов клеток диатомовых водорослей с использованием коэффициентов объемной полноты // Гидробиол. журнал. 22 (1). С. 59–65.

- Сеничкина Л. Г., Неврова Е. Л., Поликарпов И. Г. (2004) Диатомовые водоросли планктона и бентоса Карадагского природного заповедника. В кн.: Карадаг. Гидробиологические исследования. Кн. 2. Симферополь. С. 248–272.
- Снигирева А.А., Теренько Л. М., Теренько Г. В. (2014) Бентосные свободноживущие флагелляты песчаного побережья Одесского залива // Вісник Харківського національного університету ім. В. Н. Каразіна. Сер. Біологія. 1100 (20). С. 174–179.
- Снигирева А. А., Ковалева Г. В. (2015) Диатомовые водоросли песчаных кос северо-западной части Черного моря // Альгология. 25 (2). С. 148–174.
- Снигирева А. А. (2015) Особенности формирования сообщества фитопсаммона северо-западной части Черного моря: рукопись дисс. на соиск. уч. степ. канд. биол. наук : спец. 03.00.17 – гидробиология. Одесса. 175 с.
- Суханова И. Н., Цейтлин В. Б. (1993) Оценка объемов клеток рода *Ceratium* // Океанология. 33 (4). С. 623–626.
- Тарасенко А. А., Теренько Л. М. (2008) Особенности экологии и распределения диатомовой водоросли *Attheya decora* West, 1860 в Одесском заливе (Черное море) // Вісник Одеського нац. ун-ту ім. І. І. Мечнікова. Сер. Біологія. 13 (14). С. 111–117.
- Темнискова-Топалова Д., Петрова-Караджова В., Валева М. (1994) Таксономический состав бентосных водорослей (*Bacillariophyta*) болгарского шельфа Чёрного моря // Альгология. 4 (2). С. 39–47.
- Царенко П. М. (2010) Рекомендации по унификации цитирования фамилий авторов таксонов водорослей // Альгология. 20 (1). С. 86–121.
- Численко Л.Л. (1968) Номограммы для определения веса водных организмов по размерам и форме тела (морской мезобентос и планктон). Ленинград: Наука, Ленинградское отделение. 107 с.
- Algae of Ukraine: Diversity, Nomenclature, Taxonomy, Ecology and Geography: Bacillariophyta. II. (2009) / Eds.: P. Tsarenko, S. Wasser et N. Eviatar Nevo. Ruggell: A.R.A. Gantner Verlag K.-G. 413 p.
- Arvanitidis C., Somerfield P., Rumohr H., Faulwetter S., Valavanis V. D., Vasileiadou K., Chatzigeorgiou G., Vanden Berghe E., Vanaverbeke J., Labruno C., Grimare A., Zettler M., Kedra M., Wlodarska-Kowalczyk M., Aleffi F., Amouroux J., Anisimova N., Bachelet G., Bóntzow M., Cochrane S., Costello M., Craeymeersch J., Dahle S., Degraer S., Denisenko S., Dounas C., Duineveld G., Emblow C., Escavara V., Fabri M.C., Fleischer D., Gray J., Heip C., Hermann M., Hummel H., Janas U., Karakassis I., Kendall M., Kingston P., Kotwicki L., Laudien J., Mackie A., Nevrova E., Occhipinti-Ambrogi A., Oliver G., Olsgard F., Pallerud R., Petrov A., Rachor E., Revkov N., Rose A., Sarda R., Sijm W., Speybroeck J., Van

- Hoey G., Vincx M., Whomersley P., Willems W., Zenetos A. (2009) Biological geography of the European seas: results from the MacroBen database // *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 382. P. 265–278.
- Azovsky A., Saburova M., Tikhonenkov D., Khazanova K., Esaulov A., Mazei Yu. (2013) Composition, diversity and distribution of microbenthos across the intertidal zones of Ryazhkov Island (the White Sea) // *Eur. J. Protistol.* 49 (4). P. 500–515.
- Back S. (1999) Guidelines for monitoring of phytobenthic plant and animal communities in the Baltic Sea (Annex for HELCOM COMBINE programme). 12 p. [Electronic resource. Mode of Access: http://www.helcom.fi/Documents/Action%20areas/Monitoring%20and%20assessment/Manuals%20and%20Guidelines/COMBINE_AnnexC9_MonitoringPhytobentic.pdf].
- Bąk M., Witkowski A., Żelazna-Wieczorek J., Wojtał A., Szczepocka E., Szulc K., Szulc B. (2012). Klucz do oznaczania okrzemek w fitobentosie na potrzeby oceny stanu ekologicznego wód powierzchniowych w Polsce. Warszawa: Biblioteka Monitoringu Środowiska. 452 p.
- Bąk M., Witkowski A. (2013) The water framework directive (WFD) and diatom-based national biomonitoring system for inland waters in Poland // Диатомовые водоросли: современное состояние и перспективы исследований: материалы XII Междунар. научн. конф. альгологов (24–29 августа 2013, Борок, Россия). Кострома. С. 63–64.
- Belan T. A., Moshchenko A. V. (2009) Pollution indicator species in the communities of soft bottom macrozoobenthos in Amursky bay (Peter the Great bay, sea of Japan). In.: *Ecological Studies and the State of the Ecosystem of Amursky Bay and the Estuarine Zone of the Razdolnaya River (Sea of Japan)*. 2. Vladivostok: Dalnauka. P. 147–172.
- Biodiversity Research Methods (IBOY in Western Pacific) (2002) / Eds. T. Nakashizuka, N. Storck. Kyoto: Kyoto Univ. Press. 216 p.
- Black Sea Biological Diversity (1997) / Comp. A. Petranu ; Romanian Marine Research Institute / (GEF Black Sea Environmental Series). New-York : United Nat. Publ. 4: Romania. 314 p.
- Black Sea Biological Diversity (1998) / Comp. A. Konsulov ; Institute of Oceanology BAS / (GEF Black Sea Environmental Series). New-York : United Nat. Publ. 5: Bulgaria. 131 p.
- Black Sea Biological Diversity. (1998) / Comp. Yu. Zaitsev and V. Mamaev / (GEF Black Sea Environmental Series). New-York : United Nat. Publ. 7: Ukraine. 352 p.
- Black Sea Biological Diversity (1998) / Comp. B. Öztürk. (GEF Black Sea Environmental Series). New-York : United Nat. Publ. 9: Turkey. 114 p.

- Blanco S., Bécares E., Cauchie H.-M., Hoffmann L., Ector L. (2007) Comparison of biotic indices for water quality diagnosis in the Duero Basin (Spain) // *Archiv für Hydrobiologie. Suppl.* 161 (Large Rivers 17). P. 267–286.
- Blanco S., Cejudo-Figueiras C., Tudesque L., Bécares E., Hoffmann L., Ector L. (2012) Are diatom diversity indices reliable monitoring metrics? // *Hydrobiologia.* 695: P. 199–206.
- Bodeanu N. (1987–1988) Structure et dynamique de l'algoflore unicellulaire dans les eaux du littoral Roumain de la mer Noire // *Cercetari Marine "Recherches Marines"*. 20/21. P. 19–251.
- Borja A., Rodriguez J.G. (2010 a). Problems associated with the 'one-out, all-out' principle, when using multiple ecosystem components in assessing the ecological status of marine waters // *Mar. Pollut. Bull.* 60 (8). P. 1143–1146.
- Borja A., Elliott M., Carstensen J., Heiskanen A.-S., van de Bund W. (2010 b). Marine management – towards an integrated implementation of the European Marine Strategy Framework and the Water Framework Directives // *Mar. Pollut. Bull.* 60. P. 2175–2186.
- Borja A., Elliott M., Andersen J. H., Cardoso A.C., Carstensen J., Ferreira J. G., Heiskanen A.-S., Marques J. C., Neto J. M., Teixeira H., Uusitalo L., Uyarra M. C., Zampoukas N. (2013) Good Environmental Status of marine ecosystems: What is it and how do we know when we have attained it? // *Mar. Pollut. Bull.* 76 (1). P. 16–27.
- Bray J. R., Curtis J. T. (1957) An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin // *Ecol. Monogr.* 27 (4). P. 325–349.
- Brose U., Martinez N. D., Williams R. J. (2003). Estimating species richness: sensitivity to sample coverage and insensitivity to spatial patterns // *Ecology.* 84 (9). 143–157.
- Bryantseva Yu. V., Tokarev Yu. N., Sergeeva O. V. (2010) Usage of morphometric diversity instead of species diversity in operational monitoring of phytoplankton communities state // 45 European Marine Biology Symposium (23 – 27 august, 2010). Edinburgh: Heriot-Watt University. P. 35.
- Burgess R. M., Terletskaia A. V., Milyukin M. V., Povolotskii M. I., Demchenko V. I., Bogoslovskaya T. A., Topkin Yu. V., Vorobyova T. V., Petrov A. N., Lyashenko A. V., Ho K. T. (2009) Concentration and distribution of hydrophobic organic contaminants and metals in the estuaries of Ukraine // *Mar. Pollut. Bull.* 58 (8). P. 1103–1115.
- Burgess R. M., Konovets I. M., Kipnis L. S., Lyashenko A. V., Grintsov V. A., Petrov A. N., Terletskaia A. V., Milyukin M. V., Povolotskii M. I., Demchenko V. I., Bogoslovskaya T. A., Topkin Yu. V., Vorobyova T. V., Portis L. M., Ho K. T. (2011) Distribution, magnitude and characterization of

- the toxicity of Ukrainian estuarine sediments // *Mar. Pollut. Bull.* 62 (11). P. 2442–2462.
- Campbell W. B., Novelo-Gutierrez R. (2007) Reduction in odonate phylogenetic diversity associated with dam impoundment is revealed using taxonomic distinctness // *Fund. Appl. Limnol.* 168 (1). P. 83–92.
- Căraus I. (2012) The algae of Romania : A distributional checklist of actual algae [third version]. 809 p. [Studii si Cercetari. Biologie (2002). Universitatea Bacau [Version 2.3]. 7. 694 p.
- Caron D.A. (1983) Technique for enumeration of heterotrophic and phototrophic nanoplankton, using epifluorescence microscopy, and comparison with other processes. // *Appl. Environ. Microbiol.* 46. P. 491-498.
- Carr M. R. (1997) User guide to manual PRIMER (Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research). Plymouth : PRIMER-E Ltd. 38 p.
- Catalogue of Diatom Names: on-line Version (2011) / Comp. by E. Fourtanier, J.P. Kociolek. California Academy of Sciences. [Mode of Access: <http://researcharchive.calacademy.org/research/diatoms/names/index.asp>]
- Chao A. (1984) Non-parametric estimation of the number of classes in a population // *Scand. J. Stat.* 11 (4). P. 265–270.
- Chao A. (1987) Estimating the population size for capture-recapture data with unequal catchability // *Biometrics.* 43 (4). P. 783–791.
- Chatfield C., Collins A. (1980) Introduction to Multivariate Analysis. London : Chapman&Hill Publ. 329 p.
- Clarke K. R. (1993). Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure // *Aust. J. Ecol.* 18 (1). P. 117–143.
- Clarke K. R., Gorley R. N. (2001) PRIMER : User Manual. Tutorial. Plymouth : PRIMER-E Ltd. 5. 92 p.
- Clarke K. R., Warwick R. M. (1998). A taxonomic distinctness index and its statistical properties // *J. Appl. Ecol.* 35 (4). P. 523–531.
- Clarke K. R., Warwick R. M. (2001) Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. 2nd ed. Plymouth : PRIMER-E Ltd. 154 p.
- Claussen U., Connor D., de Vrees L., Leppanen J., Percelay J., Kapari M., Mihail O., Ejdung G., Rendell J. (2011). Common Understanding of (Initial) Assessment, Determination of Good Environmental Status (GES) and Establishment of Environmental Targets (Art. 8, 9 & 10 MSFD). WG GES EU MSFD (<https://circabc.europa.eu/sd/d/ce7e2776-6ac6-4a41-846f-a04832c32da7/05_Info_Common_understanding_final.pdf>).

- Cogalniceanu D., Tudorancea M., Preda E., Galdean N. (2009) Evaluating diversity of Chironomid (Insecta: Diptera) communities in alpine lakes, Retezat National Park (Romania) // *Adv. Limnol.* 62. P. 191–213.
- Colwell R. K., Coddington J. A. (1994) Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation // *Philos. T. Roy. Soc. B.* 345 (1311). P. 101–118.
- Ector L., Blanco S., Monnier O., Hernández N., Hoffmann L., Bécares E. (2006) Indices biotiques et qualité de l'eau dans le bassin du Duero (Nord-Ouest de l'Espagne) // *Actes du «25^e Colloque de l'Association des Diatomistes de Langue Française»*, Caen, France. P. 56.
- European Commission (2000). Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 Octobre 2000 establishing a framework for community action in the field of water policy // *Off. J. Eur. Union.* L327. P. 1–72.
- European Commission (2008). Directive 2008/56/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for community action in the field of marine environmental policy (Marine Strategy Framework Directive) // *Off. J. Eur. Union.* L164. P. 19–40.
- European Commission (2010). Commission Decision of 1 September 2010 on criteria and methodological standards on good environmental status of marine waters (notified under document C(2010) 5956) (2010/477/EU) // *Off. J. Eur. Union.* 232. P. 12–24.
- Field J. G., Clarke K. R., Warwick R. M. (1982) A practical strategy for analyzing multispecies distribution patterns // *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 8. P. 37–52.
- Foggo A., Attrill M. J., Frost M. T., Rowden A. A. (2003). Estimating marine species richness: an evaluation of six extrapolative techniques // *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 248. P. 15–26.
- Gaston K. J. (1996) Species richness: measure and measurement. In.: *Biodiversity: a biology of numbers and difference* / Ed. K. J. Gaston. Cambridge, MA. P. 77–113.
- Hansen G. (1992) Biomasseberegninger. In: *Plankton i de indre danske farvande* / Ed. H. A. Thomsen. Miljøministeriet: Havforskning fra Miljøsturelsen. P. 20–34.
- HELCOM (2010) Ecosystem Health of the Baltic Sea 2003–2007: HELCOM Initial Holistic Assessment. Baltic Sea Environment Proceedings. No. 122. P. 63. [Electronic publication. Mode of Access: <http://www.helcom.fi>].
- Heltshe J. F., Forester N. E. (1983) Estimating marine species richness using the jack-knife procedure // *Biometrics.* 39(1). P. 1–11.
- Hillebrand H., Durselen C.D.D., Kirschtel U., Pollinger T., Zohary T. (1999). Biovolume calculation for pelagic and benthic microalgae // *Journal of Phycology.* 35. P. 403–424.

- Hurlbert S. H. (1971) The nonconcept of species diversity: a critique and alternative parameters // *Ecology*. 52 (4). P. 577–586.
- Izsak C., Price A. R. G. (2001). Measuring β -diversity using a taxonomic similarity index, and its relation to spatial scale // *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 215. P. 69–77.
- Izsak C., Price A. R. G. , Hardy J. T., Basson P. W. (2002). Biodiversity of periphyton (diatoms) and echinoderms around a refinery effluent, and possible associations with stability // *Aquat. Ecosyst. Health*. 5 (1). P. 61–70.
- Karakassis I.S. (1995) A new method for calculating macrobenthic species richness // *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 120. P. 299–303.
- Karydis M. (2009) Eutrophication assessment of coastal waters based on indicators: a literature review // *Global NEST J.* 11 (4). P. 373–390.
- Kelly M.G., Cazaubon A., Coring E., Dell'Uomo A., Ector L., Goldsmith B., Guasch H., Hürlimann J., Jarlman A., Kawecka B., Kwandrans J., Laugaste R., Lindstrom E.A., Leitao M., Marvan P., Padisák E., Pipp E., Prygiel J., Rott E., Sabater S., van Dam H., Vizinet J. (1998) Recommendations for the routine sampling of diatoms for water quality assessments in Europe // *Journal of Applied Phycology*. 10. P. 215–224.
- Kelly M.G., Ector L. (2012) Effect of streamlining taxa lists on diatom-based indices: implications for intercalibrating ecological status // *Hydrobiologia*. 695. P. 253–263.
- Lande R. (1996) Statistics and partitioning of species diversity, and similarity among multiple communities // *Oikos*. 76 (1). P. 5–13.
- Leira M., Chen G., Dalton C., Irvine K., Taylor D. (2009) Patterns in freshwater diatom taxonomic distinctness along an eutrophication gradient // *Freshwater Biol.* 54 (1). P. 1–14.
- Magurran A. E. (2004) *Measuring Biological Diversity*. Oxford: Blackwell Publishing. 256 p.
- Mann D. G. (1999). The species concept in diatoms // *Phycologia*. 38. P. 437–495.
- Mann D. G., Droop S. J. M. (1996) Biodiversity, biogeography and conservation of diatoms // *Hydrobiologia*. 336 (1–3). P. 19–32.
- Martin G., Toja J., Sala S. E., Fernández R., Reyes I., Casco M. A. (2010) Application of diatom biotic indexes in the Guadalquivir River Basin, a Mediterranean basin. Which one is the most appropriated? // *Environmental Monitoring and Assessment*. 170. P. 519–534.
- Mayama Sh., Katoh K., Omori H., Seino S., Ho L.J., Alcayaga E.A.L., Witkowski A., Julius M., Srivibool R., Muangphra P., Jahn R., Hamilton P., Kulikovskiy M., Kuznetsova I., Gao Y.H., Ector L., Balasubramanian K., Soeprbowati T.R., Barlaan E., Solak Ch., van der Wal J., Lundholm N.,

- Economou-Amilli A., Nevrova E., Kovtun O., Ferjani A. (2010) Diatom Project. International Project for Science, Environmental Education and Communication. Tokyo Gekugei University, Tokyo, Japan. [Mode of Access: <http://www.u-gakugei.ac.jp/~diatom/en/about/index.html>]
- McLachlan A., Brown A.C. (2006) The Ecology of Sandy Shores // Academic Press. 392 p.
- Microplankton species of Turkish Seas [Electronic resource] (1999) / Promoter: T. Koray. Mode of Access : <http://plankweb.ege.edu.tr/>
- Mohammad-Noor N., Daugbjerg N., Moestrup O. et al. (2007) Marine epibenthic dinoflagellates from Malaysia – a study of live cultures and preserved samples based on light and scanning electron microscopy // Nord. J. Bot. 24(6). P. 629-690.
- Moncheva S., Par B. (2005) Manual for Phytoplankton Sampling and Analysis in the Black Sea, GEF/UNDP Black Sea Ecosystem Recovery Project (BSERP)-RER/01/G33/A/1G/31, EC, FP7, Upgrade Black Sea Scene Project. Istanbul. 67 p. [Electronic publication. Mode of Access: <http://ps.blacksea-commission.org/bsc/onlineDocs/#!/expert-network-phytoplankton/Phytoplankton manual-final.doc>]
- Nevrova E., Witkowski A., Kulikovskiy M., Lange-Bertalot H., Kociolek J. P. (2013) A revision of the diatom genus *Lyrella* Karayeva (Bacillariophyta: Lyrellaceae) from the Black Sea, with descriptions of five new species // Phytotaxa. 83 (1). P. 1–38.
- Petrov A., Nevrova E. (2007) Database on Black Sea benthic diatoms (Bacillariophyta): its use for a comparative study of diversity peculiarities under technogenic pollution impacts // Proceedings Ocean Biodiversity Informatics: Intern. Conf. on Marine Biodiversity Data Management, Hamburg, Germany (29 November – 1 December, 2004) / Ed. Vanden Berghe E. et al. // VLIZ Special Publication. 37. P. 153–165.
- Petrov A., Nevrova E., Terletskaya A., Milyukin M., Demchenko V. (2010) Structure and taxonomic diversity of benthic diatoms assemblage in a polluted marine environment (Balaklava bay, Black Sea) // Polish Bot. J. 55 (1). P. 183–197.
- Petrov A., Nevrova E. (2013 a) Extrapolative Estimation of Benthic Diatoms (Bacillariophyta) Species Diversity in Different Marine Habitats of the Crimea (Black Sea) // Int. J. of Biodiversity. ID 975459. P. 1–12.
- Petrov A. N., Nevrova E. L. (2013 b) Prognostic estimation of species richness of benthic Bacillariophyta // Int. J. on Algae. 15 (1). P. 5–25.
- Petrov A. N., Nevrova E. L. (2014) Numerical analysis of the structure of benthic diatom assemblages in replicate samples (Crimea, the Black Sea) // Nova Hedwigia. 143: 245–253.

- Reid G. (2012) A revision of the family *Pleurosigma* family. Diatom Monographs / Ed. A. Witkowski. Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag K.G. 14. 163 p.
- Report of Project P-277 (2006–2009) Environmental Protection Agency, Atlantic Ecology Division U.S. of America [Unpublished data]. 62 p.
- Riaux-Gobin C., Witkowski A., Compère P. (2010) SEM survey and taxonomic position of small-sized *Achnanthes* (Bacillariophyceae) from coral sand of Réunion Island (Western Indian Ocean) // *Vie et Milieu – Life and Environment*. 60 (2). P. 157–172.
- Ribeiro L. (2010) Intertidal benthic diatoms of the Tagus estuary: taxonomic composition and spatial-temporal variation // Thesis of Ph.D. Universidade De Lisboa, Faculdade De Ciências, Departamento De Biologia Vegetal. Lisboa, Portugal. I. 311 p.; II. 130 p.
- Rice J., Arvanitidis C., Borja A., Frid C., Hiddink J., Krause J., Lorange P., Ragnarsson S., Sköld M., Trabucco B., Enserink L., Norkko A. (2012) Indicators for Sea-floor Integrity under the European Marine Strategy Framework Directive // *Ecological Indicator*. 12. P. 174 – 184.
- Rimet F., Bouchez A. (2011) Biomonitoring river diatoms: implications of taxonomic resolution // *Ecological indicators*. 15. P. 92-99.
- Round F. E. (1991) Use of diatoms for monitoring rivers. In: *Use of algae for monitoring rivers*, B.A. / Eds. E. Rott, G. Friedrich. Düsseldorf. P. 25-32.
- Round F. E., Crawford R. M., Mann D. G. (1990) *The diatoms. Biology and morphology of the genera*. Cambridge: Cambridge University press. 747 p.
- Rumohr H., Karakassis I., Jensen J. N. (2001) Estimating species richness, abundance and diversity with 70 macrobenthic replicates in the Western Baltic Sea // *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 214. P. 103–110.
- Sabater S. (2000) Diatom communities as indicators of environmental stress in the Guadiana River, S-W Spain, following a major mine tailing spill // *Journal of Applied Phycology*. 12. P. 113-124.
- Sanders H. L. (1968) Marine benthic diversity: a comparative study // *American Nature*. 102. P. 243–282.
- Snigireva A. A., Kovaleva G. V. (2015) Diatom algae of sandy spits of the northwestern part of the Black Sea (Ukraine) // *Int. J. on Algae*. 17 (2). P. 107–130.
- Soetaert K., Heip C. (1990) Sample-size dependence of diversity indices and the determination of sufficient sample size in a high-diversity deep-sea environment // *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 59. P. 305–307.
- Somerfield P. J., Gee J. M., Warwick R. M. (1994) Soft sediment meiofaunal community structure in relation to a long-term heavy metal gradient in the Fal estuary system // *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 105. P. 79–88.

- Statistica for Windows (Computer Program Manual) (1999) Tulsa, OK: StatSoft Inc. [Electronic resource]. 184 p. Mode of Access : <http://www.statsoft.com>
- Sun J., Liu D., Qian S. (2000) Estimating biomass of phytoplankton in the Jiaozhou Bay. I. Phytoplankton biomass estimated from cell volume and plasma volume // *Acta Oceanologica Sinica*. 19 (2). P. 97–110.
- Sun J., Liu D. (2003) Geometric models for calculating cell biovolume and surface area for phytoplankton // *Journal of Plankton Research*. 25. P. 1331–1346.
- Tapia P.M. (2008) Diatoms as bioindicators of pollution in the Mantaro River, Central Andes, Peru // *International Journal of Environment and Health*. 2 (1). P. 82–91.
- Taylor J.C., Prygiel J., Vosloo A., de la Rey P.A., Van Rensburg L. (2007). Can diatom based pollution indexes be used for biomonitoring in South Africa? A case of study of The Crocodile West and Marico water management area // *Hydrobiologia*. 592. P. 455–464.
- The Diatom World (2011) / Eds.: Seckbach J., Kocielek J. P. Dordrecht–Heidelberg–London–New York: Springer. 533 p.
- Torrise M., Dell'Uomo A. (2006 a) Biological monitoring of some Apennine rivers (Central Italy) using the Diatom-based Eutrophication/Pollution Index (EPI-D) compared to other European diatom indexes // *Diatom Research*. 592. P. 159–174.
- Torrise M., Dell'Uomo A., Chietera D., Ector L. (2006 b) Évaluation de la qualité biologique de deux rivières en Italie centrale au moyen des indices diatomiques // *Symbioses*. 14. P. 43–49.
- Torrise M., Dell'Uomo A., Ector L. (2008) Évaluation de la qualité des rivières des Apennins (Italie) au moyen des indices diatomiques : le fleuve Foglia // *Cryptogamie, Algologie*. 29. P. 45–61.
- Torrise M., Scuri E., Dell'uomo A., Cocchioni M. (2010) Comparative monitoring by means of diatoms, macroinvertebrates and chemical parameters of an Apennine watercourse of central Italy: the River Tenna // *Ecological Indicators*. 10 (4). P. 910–913.
- Triest L., Kaur P., Heylen S., De Pauw N. (2001). Comparative monitoring of diatoms, macroinvertebrates and macrophytes in the Woluwe River (Brussels, Belgium) // *Aquat. Ecol*. 35. P. 9–17.
- Ugland K. I., Gray J. S., Ellingsen K. E. (2003) The species-accumulation curve and estimation of species richness // *J. Anim. Ecol*. 72 (5). P. 888–897.
- Ugland K. I., Gray J. S. (2004) Estimation of species richness: analysis of the methods developed by Chao and Karakassis // *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 284. P. 1–8.

- Vadrucci M.R., Mazziotti C., Fiocca A. (2013) Cell biovolume and surface area in phytoplankton of Mediterranean transitional water ecosystems: methodological aspects // *Transitional Water Bulletin*. 7 (2). P. 100-123.
- Vadrucci M.R., Cabrini M., Basset A. (2007). Biovolume determination of phytoplankton guilds in transitional water ecosystems of Mediterranean Ecoregion // *Transitional Water Bulletin*. 1 (2). P. 83-102.
- Vanden Berghe E., Claus S., Appeltans W., Faulwetter S., Arvanitidis C., Somerfield P. J., Aleffi I. F., Amouroux J. M., Anisimova N., Bachelet G., Cochrane S., Costello M. J., Craeymeersch J., Dahle S., Degraer S., Denisenko S., Dounas C., Duineveld G., Embrow C., Escaravage V., Fabri M. C., Fleischer D., Gremare A., Herrmann M., Hummel H., Karakassis I., Kedra M., Kendall M., Kingston P., Kotwichi L., Labruno C., Laudien J., Nevrova E., Occhipinti A., Olsgard F., Pallerud R., Petrov A., Rachor E., Revkov N., Rumohr H., Sarda R., Sijm W. C. H., Speybroeck J., Janas U., Van Hoey G., Vincx M., Whomersley P., Willems W., Włodarska-Kowalczyk M., Zenetos A., Zettler M. L., Heip C. (2009) MacroBen' integrated database on benthic invertebrates of European continental shelves: a tool for large-scale analysis across Europe // *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 382. P. 225–238.
- Walther B. A., Morand S. (1998) Comparative performance of species richness estimation methods // *Parasitology*. 116 (4). P. 395–405.
- Walther B. A., Martin J. L. (2001) Species richness estimation of bird communities: how to control for sampling effort? // *IBIS*. 143 (4). P. 413–419.
- Walther B. A., Moore J. L. (2005) The concept of bias, precision and accuracy, and their use in testing the performance of species richness estimators, with a literature review of estimator performance // *Ecography*. 28 (6). P. 815–829.
- Warwick R.M., Clarke K.R. (1998) Taxonomic distinctness and environmental assessment // *J. Appl. Ecol.* 35 (4). P. 532–543.
- Warwick R.M., Clarke K.R. (2001) Practical measures of marine biodiversity based on relatedness of species // *Oceanogr. and Mar. Biol. (Annual Rev.)*. 39. P. 201–231.
- Webb T. J., Aleffi I. F., Amouroux J. M., Bachelet G., Degraer S., Dounas C., Fleischer D., Gremare A., Hummel H., Karakassis I., Kedra M., Kendall M. A., Kotwichi L., Labruno C., Nevrova E., Occhipinti A., Petrov A., Revkov N., Sarda R., Simboura N., Speybroeck J., Van Hoey G., Vincx M., Whomersley P., Willems W., Włodarska-Kowalczyk M. (2009) Macroecology of the European soft sediment benthos: insights from the MacroBen database // *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 382. P. 287–296.
- Witkowski A., Lange-Bertalot H., Metzeltin D. (2000) Diatom flora of Marine coast. I. *Iconographia Diatomologica : Annotated Diatom Monographs*. 7 / Ed. H. Lange-Bertalot. Koenigstein: Koeltz Scientific Books. 926 p.

- Witkowski A., Kulikovskiy M., Nevrova E., Lange-Bertalot H., Gogorev R. (2010) The genus *Navicula* in ancient basins. I. Two novelties from the Black Sea // *Plant Ecology and Evolution*. 143 (3). P. 307–317.
- Witkowski A., Nevrova E., Lange-Bertalot H., Kociolek J.P. (2014) *Navicula petrovii* sp. nov. (Bacillariophyceae), a naviculoid diatom with amphoroid symmetry and its relationship to *Navicula* sensu stricto and other naviculoid genera // *Nova Hedwigia*. 143. P. 469–484.
- Zaitsev Yu. (2008) An introduction to the Black Sea Ecology. Odessa : Smil Edition and Publishing Agency Ltd. 228 p.
- Zaitsev Yu. (2012) A key role of sandy beaches in the marine environment // *J. Black Sea/Mediterranean Environment*. 18 (2). P. 114-127.

**СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ,
ИСПОЛЗУЕМЫХ ПРИ ИДЕНТИФИКАЦИИ ВИДОВ**

- Бухтиярова Л. Н. (2007) К ревизии рода *Achnanthes* Bory sensu lato (Bacillariophyta). 1. Роды *Achnanthes* Bory s.str. и *Achnanthidium* Kützing s.str. // Альгология. 17 (1). С. 112-122.
- Генкал С. И., Бондаренко Н. А., Щур Л. А. (2011) Диатомовые водоросли озер юга и севера Восточной Сибири / Ред. В. Г. Девяткин; Ин-т биологии внутренних вод РАН; Лимнологический ин-т СО РАН; Ин-т вычислительного моделирования СО РАН. Рыбинск: Изд-во ОАО «Рыбинский Дом Печати». 71 с.
- Генкал С. И., Трифонова И. С. Диатомовые водоросли планктона Ладожского озера и водоемов его бассейна (2009) / Ред. В. Г. Девяткин; Ин-т биологии внутренних вод РАН; Ин-т озероведения РАН. Рыбинск: Изд-во ОАО «Рыбинский Дом Печати». 72 с.
- Герасимюк В. П., Ковтун О. А. (2007) Микроскопические водоросли Тилигульского лимана // Альгология. 17 (1). С. 42–52.
- Гусяков М. О. (1981) Нові дані про діатомові водорості Чорного моря // Укр. ботан. журн. 38 (1). С. 54–63.
- Гусяков Н. Е., Загордонец О. А., Герасимюк В. П. (1992) Атлас диатомовых водорослей бентоса северо-западной части Чёрного моря и прилегающих водоемов. Киев. : Наукова думка, 1992. – 115 с.
- Диатомовый анализ. Кн. 1. Определитель ископаемых и современных диатомовых водорослей. Общая часть (1949) / Ред. А. И. Прошкина-Лавренко. Москва–Ленинград: Госгеолитиздат. 240 с.
- Диатомовый анализ. Кн. 2. Определитель ископаемых и современных диатомовых водорослей. Порядки Centrales и Mediales (1949) / Ред. А. И. Прошкина-Лавренко. Москва–Ленинград: Госгеолитиздат. 444 с.
- Диатомовый анализ. Кн. 3. Определитель ископаемых и современных диатомовых водорослей. Порядок Pennales (1950) / Ред. А. И. Прошкина-Лавренко. Москва–Ленинград: Госгеолитиздат. 398 с.
- Диатомовые водоросли России и сопредельных стран. Ископаемые и современные. Том II (3). (2002) / Ред. И. В. Макарова. С-Петербург: Изд-во СПбГУ. 193 с.
- Диатомовые водоросли СССР (1974) / Ред. А. И. Прошкина-Лавренко. Ленинград: Наука, 1974. 403 с.
- Диатомовые водоросли СССР. Ископаемые и современные. Том II (2). (1992) / Ред. И. В. Макарова, А. И. Моисеева. Ленинград: Наука. 125 с.

- Коновалова Г. В., Селина М. С. (2010) Динофитовые водоросли (Dinophyta). Биота российских вод Японского моря / Ред. А.В. Адрианов / Владивосток: Дальнаука. 352 с.
- Косинская Е.К. (1948) Определитель морских синезеленых водорослей (Cyanobacteria). Москва–Ленинград: Изд-во АН СССР. 278 с.
- Коваленко О.В. (2009) Синьо-зелені водорості. Том. I (1). Пор. Chroococcales. Флора водоростей України. Київ: Арістей. 387 с.
- Крахмальний А. Ф. (2011) Динофитовые водоросли Украины (иллюстрированный определитель) / Ред. П. М. Царенко. Киев: Альтерпрес. 444 с.
- Матвієнко О. М. (1965) Визначник прісноводних водоростей української РСР III, частина 1. Золотисті водорості Chrysophyta. Київ: Наукова думка. 365 с.
- Прошкина-Лавренко А. И. (1955) Диатомовые водоросли планктона Чёрного моря / Ред. В. П. Савич. Москва–Ленинград: Изд-во АН СССР. 222 с.
- Прошкина-Лавренко А. И. (1963) Диатомовые водоросли бентоса Черного моря / Ред. В. П. Савич. Москва–Ленинград: Изд-во АН СССР. 244 с.
- Разнообразие водорослей Украины (2000) / Ред. С. П. Вассер, П. М. Царенко // Альгология. 10 (4). 309 с.
- Царенко П. М. (1990) Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР / Ред. Г. М. Паламарь-Мордвинцева. Киев: Наукова думка. 208 с.
- Царенко П. М., Петлеваний О. А. (2001) Дополнение к "Разнообразию водорослей Украины". Киев. 130 с.
- Шоренко К. И., Давидович О. И., Давидович Н. А. (2013) К вопросам таксономии, репродукции и распространения *Nitzschia longissima* (Bréb.) Grunow (*Bacillariophyta*) // Альгология. 2013. 23 (2). С. 113–137.
- Adl S., Simpson A., Farmer M., Andersen R., Anderson O., Roger O., Barta J., Bowser S., Brugerolle G., Fensome R., Fredericq S., James T., Karpov S., Kugrens P., Krug J., Lane C., Lewis L., Lodge J., Lynn D., Mann D., Mccourt R., Mendoza L., Moestrup Ø., Mozley-Standridge Sh., Nerad T., Shearer C., Smirnov A., Spiegel F., Taylor M. (2005) The New Higher Level Classification of Eukaryotes with Emphasis on the Taxonomy of Protists // Journal of Eukaryotic Microbiology. 52 (5). P. 399–451.
- Algae of Ukraine: Diversity, Nomenclature, Taxonomy, Ecology and Geography: Bacillariophyta. 2. (2009) / Eds.: P. Tsarenko, S. Wasser, N. Eviatar. Ruggell: A.R.A. Gantner Verlag K.-G. 413 p.

- AlgaeBase (1996-2013) / Comp.: M. D. Guiry, G. M. Guiry. Galway: National University of Ireland [Electronic publication. Mode of Access: <http://www.algaebase.org>]
- Al-Yamani F. Y., Saburova M. A. (2011) Illustrated guide of benthic diatoms of Kuwait's Marine Environment. Safat: Kuwait Institute of Scientific Research. 352 p.
- Al-Yamani F.Y., Saburova M. A. (2010) Illustrated Guide on the Flagellates of Kuwait's intertidal soft sediments. Safat: Kuwait Institute of Scientific Research. 197 p.
- Bukhtiyarova L. N. (1999) Diatoms of Ukraine. Inland waters. National Academy of Sciences of Ukraine, N. G. Kholodny Institute of Botany. Kyiv. 133 p.
- Catalogue of Diatom Names: on-line Version (2011) / Comp. by E. Fourtanier, J.P. Kocielek. California Academy of Sciences. [Electronic publication. Mode of Access: <http://researcharchive.calacademy.org/research/diatoms/names>]
- Cleve P. T. (1894–1895) Synopsis of the Naviculoid Diatoms. II / Ed. R.T. Cleve. Stockholm: Norstedt. 219 p.
- Chretiennot-Dinet M.-J., Sournia A., Ricard M., Billard C. (1993). A classification of the marine phytoplankton of the world from class to genus. // Phycologia. 32. P. 159–179.
- European register of marine species: a check-list of the marine species in Europe and a bibliography of guides to their identification (2001) Collection Patrimoines Naturels. 50 / Eds. M. J. Costello, Ch. Emblow, R.White. Paris: Muséum national d'Histoire naturelle. 463 p.
- Faust M., Guedge R. (2002) Identifying Harmful marine dinoflagellates. In.: Contributions from the United States national herbarium. 42. Washington. 144 p.
- Flø Jørgensen M., Murray S., Daugbjerg N. (2004a). *Amphidinium* revisited. I. Redefinition of *Amphidinium* (Dinophyceae) based on cladistic and molecular phylogenetic analyses // J. Phycol. 40. P. 351–365.
- Flø Jørgensen M., Murray S., Daugbjerg N. (2004b). Corrigendum. *Amphidinium* revisited. I. Redefinition of *Amphidinium* (Dinophyceae) based on cladistic and molecular phylogenetic analyses // J. Phycol. 40. P. 1181.
- Flø Jørgensen M., Murray S., Daugbjerg N. (2004c). A new genus of athecate interstitial dinoflagellates, *Togula* gen. nov., previously encompassed within *Amphidinium* sensu lato: Inferred from light and electron microscopy and phylogenetic analyses of partial large subunit ribosomal DNA sequences // Phycol. Res. 52. P. 284–299.

- Fourtanier E., Kociolek J.P. (1999) Catalogue of Diatom Genera // *Diatom Research*. 14 (1). P. 1–190.
- Fourtanier E., Kociolek J.P. (2003) Addendum to Catalogue of the Diatom Genera // *Diatom Research*. 18 (2). P. 245–258.
- Gastineau R., Davidovich N., Bardeau J.-F., Caruso A., Leignel V., Hardivillier Y., Jacquette B., Davidovich O., Rincé Y., Gaudin P., Cox E., Mouget J.-L. (2012) *Haslea karadagensis* (Bacillariophyta): a second blue diatom, recorded from the Black Sea and producing a novel blue pigment // *Eur. J. Phycol.* 47 (4). P. 469–479.
- Hendey N.I. (1964) An introductory account of the smaller algae of British coastal waters. V. Bacillariophyceae (Diatoms) / Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. Fisheries Investigations. IV. London: HMSO. 317 p.
- Hoppenrath M. (2000 a) Morphology and taxonomy of six marine sand-dwelling *Amphidiniopsis* species (Dinophyceae, Peridinales), four of them new, from the German Bight, North Sea // *Phycologia*. 39 (6). P. 482–497.
- Hoppenrath M. (2000 b) Taxonomische und ökologische Untersuchungen von Flagellaten mariner Sande : Ph.D. Thesis, Biologische Fakultät, Universität Hamburg, Germany, 311 p.
- Hoppenrath M. (2000 c) An emended description of *Herdmania litoralis* Dodge (Dinophyceae) including the plate formula // *Nova Hedwigia*. 71. P. 481–489.
- Hoppenrath M., Koeman R.P.T., Leander B.S. (2009 a) Morphology and taxonomy of a new marine sand-dwelling *Amphidiniopsis* species (Dinophyceae, Peridinales): *A. aculeata* sp. nov., from Cap Feret, France. // *Mar. Biodiv.* 39. P. 1–7.
- Hoppenrath M., Elbrachter M., Drebes G. (2009 b) Marine phytoplankton. Selected microphytoplankton species from the North Sea around Helgoland and Sylt // *Kleine Senckenberg-Reihe*. 49. 264 p.
- Horiguchi T. (1995) *Amphidiniella sedentaria* gen. et sp. nov. (Dinophyceae), a new sand-dwelling dinoflagellate from Japan // *Phycol. Res.* 43. P. 93–99.
- Horiguchi T., Kubo F. (1997) *Roscoffia minor* sp. nov. (Peridinales, Dinophyceae): a new, sand-dwelling, armored dinoflagellate from Hokkaido // *Japan. Phycol. Res.* 45. P. 65–69.
- Hustedt F. (1961–1966) Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz // *Kryptogamenflora von Deutschland, Österreichs und der Schweiz* Bd. 7 (III) / Ed. L. Rabenhorst. Leipzig. 816 p.
- Identifying Marine Plankton (1997) / Ed. Carmelo R. Tomas. Academic Press. 858 p.

- International Plant Names Index (2012) [Electronic resource. Mode of Access: <http://www.ipni.org>]
- Intercalibration and distribution of diatom species in the Baltic Sea (1993) / Ed. Snoeijs P. Uppsala: Opulus Press. 1. 130 p.
- Intercalibration and distribution of diatom species in the Baltic Sea (1994) / Eds. P. Snoeijs, S. Vilbaste. Uppsala : Opulus Press. 2. 125 p.
- Intercalibration and distribution of diatom species in the Baltic Sea (1995) / Eds. P. Snoeijs, M. Potapova. Uppsala : Opulus Press. 3. 125 p.
- Intercalibration and distribution of diatom species in the Baltic Sea (1996) / Eds. P. Snoeijs, J. Kasperoviciene. Uppsala : Opulus Press. 4. 125 p.
- Intercalibration and distribution of diatom species in the Baltic Sea (1998) / Eds. P. Snoeijs, J. Balashova. Uppsala : Opulus Press. 5 (incl. check-list). 144 p.
- Krammer K. (2000) The genus *Pinnularia*. Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats / Ed. H. Lange-Bertalot. A.R.G. Gantner Verlag K.G. 1. 703 p.
- Krammer K. (2002) *Cymbella*. Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats / Ed. H. Lange-Bertalot. A.R.G. Gantner Verlag K.G. 3. 584 p.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. (1986) Bacillariophyceae. Teil 1. Naviculaceae / In.: Süßwasserflora von Mitteleuropa; Bd. 2/1. In: Süßwasserflora von Mitteleuropa / Ed. H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig, D. Mollenhauer. Jena: VEB Gustav Fisher Verlag. 876 p.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. (1988) Bacillariophyceae. Teil 2. Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. In: Süßwasserflora von Mitteleuropa; Bd. 2/2. In: Süßwasserflora von Mitteleuropa / Ed. H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig, D. Mollenhauer. Jena: VEB Gustav Fisher Verlag. 596 p.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. (1991 a) Bacillariophyceae. Teil 1-4. Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema. Gesamtliteraturverzeichnis. In: Süßwasserflora von Mitteleuropa ; Bd. 2/4 / Ed. H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig, D. Mollenhauer. Jena: VEB Gustav Fisher Verlag. 437 p.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. (1991 b) Bacillariophyceae. Teil 3. Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. In: Süßwasserflora von Mitteleuropa / Ed. H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig, D. Mollenhauer. Jena: VEB Gustav Fisher Verlag. 576 p.
- Lange-Bertalot H. (2001) *Navicula sensu stricto*, 10 genera separated from *Navicula sensu lato*, Frustulia. Diatoms of Europe / Ed. H. Lange-Bertalot. A.R.G. Gantner Verlag K.G. 2. 526 p.

- Lange-Bertalot H., Witkowski A., Bogaczewicz-Adamczak B., Zgrundo A. (2003) Rare and new small-celled taxa of *Navicula* s. str. in the Gulf of Gdansk and of its freshwater affluents // *Limnologia*. 33 (4). P. 258–270.
- Lee W.J., Patterson D. J. (2000) Heterotrophic flagellates (Protista) from marine sediments of Botany Bay, Australia // *Journal of Natural History*. 34. P. 483–562.
- Leedale G. F. (2000) Euglenozoa. In: *An Illustrated Guide to the Protozoa*, 2nd edit. / Eds. Lee J. J., Leedale G. F., Bradbury P. Lawrence, KS: Allen Press, Inc. II. P. 1135–1185.
- Levkov Z. (2009) *Amphora* sensu lato. Diatoms of Europe: Diatoms of Europe. Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats / Ed. H. Lange-Bertalot. Ruggell : A.R.G. Gantner Verlag K.G. 5. 916 p.
- Levkov Z., Metzeltin D., Pavlov A. (2013) *Luticola* and *Luticolopsis*. Diatoms of Europe. Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats / Ed. H. Lange-Bertalot. Koeltz Scientific Books. 7. 698 p.
- Moser G., Lange-Bertalot H., Metzeltin D. (1998) Insel der Endemiten : Geobotanisches Phänomen Neukaledonien [Island of endemics New Caledonia – a geobotanical phenomenon]. Berlin-Stuttgart : J. Cramer in der Gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandlung. Bibliotheca Diatomologica. 38. 464 p.
- Murray S., Patterson D. J. (2002) The benthic dinoflagellate genus *Amphidinium* in south-eastern Australian waters, including three new species // *European Journal of Phycology*. 37. P. 279–298.
- Murray S., Flø Jørgensen M., Daugbjerg N., Rhodes L. (2004) *Amphidinium* revisited. II. Resolving species boundaries in the *Amphidinium operculatum* species complex (Dinophyceae), including the descriptions of *Amphidinium trulla* sp. nov. and *Amphidinium gibbosum* comb. nov. // *Journal of Phycology*. 40. P. 366–382.
- Nevrova E., Witkowski A., Kulikovskiy M., Lange-Bertalot H., Kociolek J. P. (2013) A revision of the diatom genus *Lyrella* Karayeva (Bacillariophyta: Lyrellaceae) from the Black Sea, with descriptions of five new species // *Phytotaxa*. 83 (1). P. 1–38.
- Paddock T.B.B., Sims P.A. (1980) Observations on the marine diatom genus *Auricula* and two new genera *Undatella* and *Proboscidea* // *Bacillaria*. 3. P. 161–196.
- Paddock T.B.B., Sims P.A. (1981) A morphological study of keels of various raphe-bearing diatoms // *Bacillaria*. 4. P. 177–222.
- Peragallo H., Peragallo M. (1897–1908) *Diatomees Marines de France et des Districts Maritimes Voisins : Tableaux Synoptique & Sistematique* / Ed. M. J. Tempere. Grez-sur-Loing. 491 p.

- Reid G. (2012) A revision of the family Pleurosigmataceae. Diatom Monographs / Ed. A. Witkowski. Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag K.G. 14. 163 p.
- Riaux-Gobin C., Romero O. E., Compere P. C., Al-Handal A. Y. (2011) Small-sized *Achnanthes* (Bacillariophyta) from coral sands off Mascarenes (Western Indian Ocean) In: Bibliotheca Diatomologica. 57. Berlin–Stuttgart: J. Cramer in der Gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandlung. 235 p.
- Round F.E., Crawford R.M., Mann D.G. (1990) The Diatoms. Biology and morphology of the genera. Cambridge Univ. Press. 747 p.
- Selina M., Hoppenrath M. (2004) Morphology of *Sinophysis minimum* sp. nov., and three *Sinophysis* species (Dinophyceae, Dinophysiales) from the Sea of Japan // Phycol. Res. 52. P. 149–159.
- Simonsen R. (1987) Atlas and Catalogue of the Diatom types of Friedrich Hustedt. Berlin–Stuttgart : J. Cramer in der Gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandlung. I : Catalogue. 525 p. ; II : Atlas , Plates 1–395, op. 2–106. 597 p. ; III : Atlas, Plates 396–772, op. 107–175. 619 p.
- Sournia A. (1986) Atlas du phytoplancton marin. I. Introduction, Cyanophycées, Dictyochophycées, Dinophycées et Raphidophycées. Paris: Éditions du Centre National de la Recherche Scientifique. 216 p.
- Tempère J., Peragallo H., Peragallo M. (1912) Diatomées du Monde Entier : in 30 fascs. 2nd ed. Arcachon. Fascs. 20–23. P. 305–352.
- Witkowski A., Lange-Bertalot H., Metzeltin D. (2000) Diatom flora of Marine coast. I. Iconographia Diatomologica : Annotated Diatom Monographs. 7 / Ed. H. Lange-Bertalot. Koenigstein: Koeltz Scientific Books. 926 p.
- Witkowski A., Nevrova E., Lange-Bertalot H., Kociolek J.P. (2014) *Navicula petrovii* sp. nov. (Bacillariophyceae), a naviculoid diatom with amphoroid symmetry and its relationship to *Navicula* sensu stricto and other naviculoid genera // Nova Hedwigia. 143. P. 469–484.
- Witkowski A., Kulikovskiy M., Nevrova E., Lange-Bertalot H., Gogorev R. (2010) The genus *Navicula* in ancient basins. I. Two novelties from the Black Sea // Plant Ecology and Evolution. 143 (3). P. 307–317.

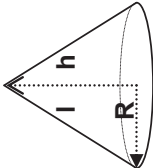
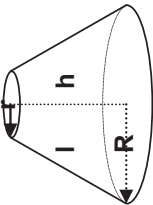
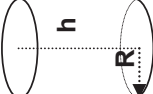
Приложение II

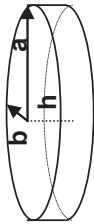
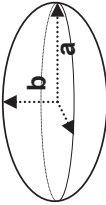
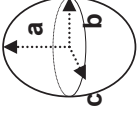
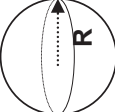
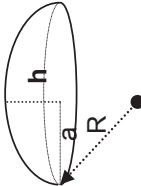
Приравнивание к геометрическим фигурам и поправочные
коэффициенты для некоторых видов диатомовых водорослей
[цит. по: Брянцева и др., 2005]

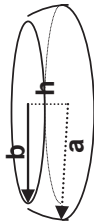

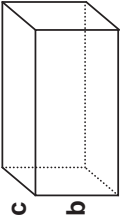
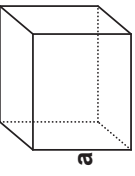
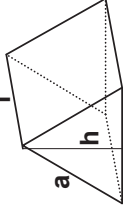
Вид	Геометрическая фигура	Коэффициент
<i>Achnanthes longipes</i> C. Agardh 1824	Цилиндр эллиптический	0,660
<i>Entomoneis paludosa</i> (W. Sm.) Reimer 1975	— «—	0,810
<i>Halamphora coffeaeformis</i> (C. Agardh) Levkov 2009	— «—	0,540
<i>Amphora hyalina</i> Kütz. 1844	— «—	0,500
<i>Amphora ovalis</i> (Kütz.) Kütz. 1844	— «—	0,500
<i>Amphora proteus</i> W. Greg. 1857	— «—	0,500
<i>Bacillaria paxillifera</i> (O.F. Müll.) Hendeby 1951	— «—	0,800
<i>Bacillaria socialis</i> var. <i>baltica</i> Grunow ex De Toni 1892	— «—	0,800
<i>Caloneis amphisbaena</i> (Bory) Cleve 1894	— «—	0,500
<i>Cocconeis scutellum</i> Ehrenb. 1838	— «—	0,700
<i>Cocconeis scutellum</i> var. <i>parva</i> (Grunow) Cleve 1895	— «—	0,700
<i>Cylindroteca closterium</i> (Ehrenb.) Reimann et Lewin 1964	2 усеченных конуса + 2 цилиндра	1,000
<i>Mastogloia pusilla</i> Grunow 1878	Цилиндр эллиптический	0,600
<i>Navicula cancellata</i> Donkin 1872	— «—	2,130
<i>Navicula directa</i> (W. Sm.) Ralfs ex A. Pritch. 1861	— «—	0,600
<i>Fallacia forcipata</i> (Grev.) A. Stickle et D.G. Mann ex Round et al. 1990	— «—	0,600
<i>Navicula parapontica</i> Witkowski, Kulikovskiy, Nevrova et Lange-Bert. 2010	— «—	0,750
<i>Navicula ramosissima</i> (C. Agardh) Cleve 1895	— «—	0,778
<i>Nitzschia paleacea</i> Grunow ex Van Heurck 1881	— «—	0,785
<i>Pleurosigma angulatum</i> (Queck.) W. Sm. 1852	Параллелепипед	0,690
<i>Pleurosigma elongatum</i> W. Sm. 1852	Параллелепипед	0,690
<i>Pseudo-nitzschia seriata</i> (Cleve) H. Perag. et Perag. 1899	Цилиндр эллиптический	0,600
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C. Agardh) Lange-Bert. 1980	— «—	0,500

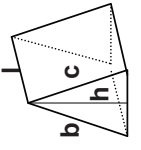
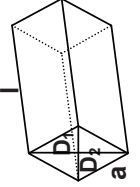
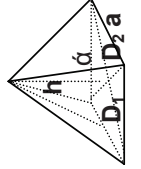
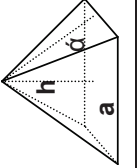
Приложение III

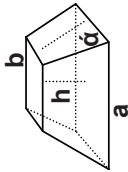
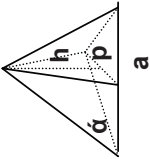
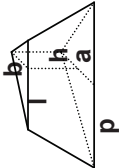
Стандартные формулы расчета объема, полной и боковой площади поверхности
одноклеточных водорослей [цит. по: Миничева и др., 2003]

Фигура (измеряемые параметры)	Рисунок	Объем (V)	Полная площадь поверхности (S)	Боковая площадь поверхности (S _б)
Круговой конус (R, h)		$\frac{1}{3} \pi \cdot R^2 \cdot h$	$\pi \cdot R \cdot (R+l),$ $l = \sqrt{R^2 + h^2}$	$\pi \cdot R \cdot l$
Усеченный круговой конус (R, r, h)		$\frac{\pi h}{3} \cdot (R^2 + r^2 + Rr)$	$\pi(R^2 + r^2 + l \cdot (R+r)),$ $l = \sqrt{h^2 + (R-r)^2}$	$\pi \cdot l \cdot (R+r)$
Цилиндр (R, h)		$\pi \cdot R^2 \cdot h$	$2\pi \cdot R \cdot (h+R)$	$2\pi \cdot R \cdot h$

Эллиптический цилиндр (a, b, h)		$\pi \cdot a \cdot b \cdot h$	$(\pi(3\frac{a+b}{2} - \sqrt{ab})) \cdot h$	$(\pi(3\frac{a+b}{2} - \sqrt{ab})) \cdot h$
Сжатый эллипсоид (ось вращения 2b, a=c, a>b) (a, b)		$\frac{4}{3} \pi \cdot a^2 \cdot b, \quad \varepsilon = \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a}$	$2\pi \cdot a^2 + \frac{2\pi b^2}{\varepsilon} \cdot \ln \frac{a(1+\varepsilon)}{b}$	-
Вытянутый эллипсоид (ось вращения 2a, b=c, a>b) (a, b)		$\frac{4}{3} \pi \cdot a \cdot b^2$	$2\pi \cdot a \cdot b \cdot (\sqrt{1-\varepsilon^2} + \frac{\arcsin \varepsilon}{\varepsilon})$	-
Шар (R)		$\frac{4}{3} \pi \cdot R^3$	$4\pi \cdot R^2$	-
Шаровой сегмент (a, h)		$\frac{1}{6} \pi \cdot h \cdot (3a^2 + h^2)$	$\pi \cdot (2a^2 + h^2)$	$\pi \cdot (a^2 + h^2)$

Шаровой слой (a, b, h)		$\frac{1}{6} \pi \cdot h \cdot (3a^2 + 3b^2 + h^2)$	$\pi(a^2 + b^2 + 2R \cdot h)$	$2\pi \cdot R \cdot h$
Тор (R, r, k – количество витков)		$(2\pi^2 \cdot R \cdot r^2) \cdot k$	$(4\pi^2 \cdot R \cdot r) \cdot k$	$(4\pi^2 \cdot R \cdot r \cdot r^2) \cdot k$
Прямоугольный параллелепипед (a, b, c)		abc	$2(ab + bc + ac)$	$2(ab + bc + ac) - 2ab$
Куб (a)		a^3	$6a^2$	$4a^2$
Треугольная призма (в основании равносторонний треугольник) (a, l)		$\frac{1}{2} a \cdot h \cdot l$, $h = \sqrt{a^2 - \left(\frac{a}{2}\right)^2}$	$3a \cdot l + a \cdot h$	$3a \cdot l$

Треугольная призма (в основании равнобедренный треугольник) (a, h, l)		$\frac{1}{2} a \cdot h \cdot l$, $c = b = \sqrt{h^2 + \left(\frac{a}{2}\right)^2}$	$(2c + a) \cdot l + a \cdot h$	$(2c + a) \cdot l$
Ромбическая призма (D ₁ , D ₂ , l)		$\frac{1}{2} D_1 \cdot D_2 \cdot l$, $a = \sqrt{\left(\frac{D_1}{2}\right)^2 + \left(\frac{D_2}{2}\right)^2}$	$4al + \frac{1}{2} D_1 \cdot D_2$	$4a \cdot l$
Ромбическая пирамида (α-апофема) (D ₁ , D ₂ , a, h)		$\frac{1}{6} D_1 D_2 \cdot h$, $D_2 = 2 \sqrt{a^2 - \left(\frac{D_1}{2}\right)^2}$	$2a \cdot \alpha + \frac{1}{2} D_1 D_2$, $\alpha = \sqrt{h^2 + \left(\frac{a}{2}\right)^2}$	$2a \cdot \alpha$
Квадратная пирамида (α-апофема) (a, h)		$\frac{1}{3} a^2 \cdot h$, $\alpha = \sqrt{h^2 + \left(\frac{a}{2}\right)^2}$	$2a \cdot \alpha + a^2$	$2a \cdot \alpha$

Усеченная квадратная пирамида (α -апофема) (a, b, h)		$\frac{1}{3} h \cdot (a^2 + b^2 + \sqrt{a^2 b^2})$	$\left(\frac{4a+4b}{2}\right)\alpha + \frac{a^2+b^2}{\alpha}$	$\left(\frac{4a+4b}{2}\right)\alpha, \alpha = \sqrt{h^2 + \left(\frac{a-b}{2}\right)^2}$
Треугольная пирамида (в основании равносторонний треугольник) (α -апофема) (a, h)		$\frac{1}{6} a \cdot p \cdot h, p = \sqrt{a^2 - \left(\frac{a}{2}\right)^2}$	$1,5a \cdot \alpha + \frac{1}{2} a \cdot p, \alpha = \sqrt{h^2 + \left(\frac{p}{2}\right)^2}$	$1,5a \cdot \alpha$
Усеченная треугольная пирамида (в основании равносторонний треугольник) (a, b, h)		$\frac{1}{3} h \left(\frac{1}{2} a \cdot p + \frac{1}{2} b \cdot l + \sqrt{\frac{1}{4} a b p l} \right), l = \sqrt{h^2 + \left(\frac{b-a}{2}\right)^2}$	$\left(\frac{3a+3b}{2}\right)\alpha + \frac{1}{2} a \cdot p + \frac{1}{2} a \cdot l, p = \sqrt{a^2 - \left(\frac{a}{2}\right)^2}$	$\left(\frac{3a+3b}{2}\right)\alpha, \alpha = \sqrt{h^2 + \left(\frac{p-l}{3}\right)^2}$

Приложение IV

Список видов микрофитобентоса северо-западной части Черного моря (Cyanobacteria, Ochrophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Haptophyta, Bigyra, Euglenozoa, Protozoa Incertae Sedis, Chlorophyta)

EMPIRE PROKARYOTA KINGDOM EUBACTERIA

PHYLUM CYANOBACTERIA CLASS CYANOPHYCEAE

***Aphanothece* (Nägeli) Elenkin 1934**

Aphanothece saxicola Nägeli 1849 [19]¹

Syn.: *A. subachroa* Hansg. 1892

A. nidulans P.G. Richt. [19]

Syn.: *A. saxicola* f. *nidulans* (P.G. Richt.) Elenkin)

***Aphanizomenon* Morren ex Bornet et Flahault 1888**

Aphanizomenon flosaquae Ralfs ex Bornet et Flahault 1886 [2]

Syn.: *Aphanizomenon americanum* E.G.Reinhard 1896

***Aphanocapsa* Nägeli 1849**

Aphanocapsa incerta (Lemmerm.) G. Cronberg et Komárek 1994 [19]

Syn.: *Polycystis incerta* Lemmerm.

A. marina Hansg. 1890 [19]

Syn.: *Anacystis marina* (Hansg.) Drouet et W.A. Daily; *Microcystis marina* (Hansg.) P.C. Silva

Aphanocapsa litoralis Hansg. 1892

Syn.: *Microcystis halophila* B.Martens et Pankow 1972

***Blennothrix* Kütz. ex Komárek et Anagn. 1988**

Blennothrix confluens (Setch. et N.L.Gardner) Umezaki 1995 [19]

Syn.: *Microcoleus confluens* Setch. et N.L.Garden 1918

***Brachytrichia* Zanardini ex Bornet et Flahault 1886**

Brachytrichia quoyi Bornet et Flahault 1886 [8]

Syn.: *B. balani* Bornet et Flahault 1886

B. bornetii K.N. Deckenb. 1901 [8]

B. lloydii (P. Crouan et H. Crouan) P.C. Silva 1996 [8]

Syn.: *Rivularia lloydii* P. Crouan et H. Crouan

¹ Здесь и далее указан источник первого обнаружения вида в Черном море.

***Calothrix* C. Agardh ex Bornet et Flahault 1886**

- Calothrix aeruginea* Thur. et Bornet et Flahault 1886 [10]
Syn.: *Leihleinia aeruginea* Kütz. 1843
C. aeruginea var. *abbreviata* Setch. et N.L.Gardner 1930 [11]
C. contarenii Bornet et Flahault 1886 [12]
Syn.: *Rivularia contarenii* Zanardini 1840
C. confervicola C. Agardh ex Bornet et Flahault 1824 [8]
Syn.: *Conferva confervicola* Dillwyn 1802
C. confervicola var. *mediterranea* Bornet et Flahault 1886 [8]
C. fusca Bornet et Flahault 1886 [19]
C. gypsophila (Kütz.) Thur. 1875 [19]
C. parasitica Thur. ex Bornet et Flahault 1886 [8]
Syn.: *Rivularia parasitica* Chauv. 1842
C. pulvinata C. Agardh ex Bornet et Flahault 1886 [10]
Syn.: *Ceramium pulvinatum* Mert. 1817
C. scopulorum C. Agardh ex Bornet et Flahault 1886 [10]
Syn.: *Conferva scopulorum* Weber et D.Mohr 1804

***Chamaecalyx* Komárek et Anagn. 1986**

- Chamaecalyx swirenkoi* (Sirsov) Komárek et Anagn. 1986 [18]
Bas.: *Dermocarpa swirenkoi* Shirshov 1929

***Chroococcus* Nägeli 1849**

- Chroococcus turgidus* (Kütz.) Nägeli 1849 [19]
Syn.: *Protococcus turgidus* Kütz. 1846; *Gloeocapsa turgida* (Kütz.) Hollerb. 1938
Ch. lithophilus Erceg. 1925 [19]
Syn.: *Gloeocapsa lithophila* (Erceg.) Hollerb.

***Coleofasciculus* M.A. Siegesmund, J.R. Johans. et Friedl 2008**

- Coleofasciculus chthonoplastes* (Thur. ex Gomont) Siegesmund, J.R. Johans. et Friedl 2008 [11]
Syn.: *Microcoleus chthonoplastes* Thur. ex Gomont 1892

***Dolichospermum* Bory ex Bornet et Flahault 1886**

- Dolichospermum spiroides* (Kleb.) P. Wacklin, L. Hoffm. et Komárek 2009 [2]
Syn.: *Anabaena spiroides* Kleb. 1895
D. flos-aquae (Bréb. ex Bornet et Flahault) P. Wacklin, L. Hoffm. et Komárek 2009 [2]
Bas.: *Anabaena flosaquae* Bréb. ex Bornet et Flahault 1886

***Entophysalis* Kütz. 1843**

- Entophysalis granulosa* Kütz. [19]

***Gloeocapsa* Kütz. 1843**

Gloeocapsa punctata Nägeli 1849 [19]

G. rupestris Kütz. 1847 [19]

G. varia (A.Braun) Hollerb. [19]

***Gloeocapsopsis* Geitler ex Komárek 1993**

Gloeocapsopsis crepidinum (Thur.) Geitler ex Komárek 1993 [19]

Syn.: *Protococcus crepidinum* Thur. 1854, *Gloeocapsa crepidinum* (Thur.) Thur. 1876

***Gloeotheca* Nägeli 1849**

Gloeotheca coerulea Geitler 1928 [19]

G. confluens Nägeli 1849 [19]

G. palea (Kütz.) Nägeli 1849 [19]

***Gomphosphaeria* Kütz. 1836**

Gomphosphaeria aponina Kütz. 1836 [10]

***Heteroleibleinia* (Geitler) L. Hoffm. 1985**

Heteroleibleinia gardneri (Geitler) Anagn. et Komárek 1988 [19]

Bas.: *Lyngbya gardneri* Geitler

***Isactis* Thur. Bornet et Flahault 1886**

Isactis plana Thur. ex Bornet et Flahault 1886 [8]

Syn.: *Calothrix plana* (Harv.) V.I.Poljansky, *Rivularia plana* Harv. 1833

***Hyella* Bornet et Flahault 1888**

Hyella balani Lehm. 1903 [11]

H. caespitosa Bornet et Flahault 1888 [8]

H. caespitosa var. *nitida* Batters 1888 [8]

***Jaaginema* Anagn. et Komárek 1988**

Jaaginema subtilissimum (Kütz. ex Forti) Anagn. et Komárek 1988 [14]

Bas.: *Oscillaria subtilissima* Kütz. ex Forti

J. woronichinii (Anisimova) Anagn. et Komárek 1988 [14]

Syn.: *Oscillatoria woronichinii* Anisimova 1949

***Kyrtuthrix* Erceg. 1929**

Kyrtuthrix maculans (Gomont) Umezaki 1958 [11]

Syn.: *Brachitrichia maculans* Gomont 1901

***Leptolyngbya* Anagn. et Komárek 1988**

Leptolyngbya angustissima (West et G.S. West) Anagn. et Komárek 1988 [9]

- Syn.: *Phormidium angustissimum* West et G.S. West
L. fontana (Hansg.) Komárek 2001 [8]
Syn.: *Lingbya fontana* Kütz.
L. fragilis (Gomont) Anagn. et Komárek 1988 [9]
Bas.: *Phormidium fragile* Gomont
L. rivulariarum (Gomont) Anagn. et Komárek 1988 [19]
Bas.: *Lyngbya rivulariarum* Gomont
L. terebrans (Bornet et Flahault ex Gomont) Anagn. et Komárek 1988 [8]
Bas.: *Plectonema terebrans* Bornet et Flahault
L. halophila (Hansg. ex Gomont) Anagn. et Komárek 1988 [15]
Bas.: *Lyngbya halophila* (Hansg. ex Gomont)
L. calothrichoides (Gomont) Anagn. et Komárek 1988 [7]
Syn.: *Plectonema calothrichoides* Gomont 1899

***Lyngbya* C. Agardh ex Gomont 1892**

- Lyngbya aestuarii* Liebm. ex Gomont 1892 [11]
Bas.: *Conferva aestuarii* Mert.
L. agardhii (Gomont) Anagn. et Komárek 1892 [8]
Bas.: *Leibleinia agardhii* (P. Crouan et H. Crouan) Anagn. et Komárek
L. confervoides C. Agardh ex Gomont 1892 [14]
L. semiplena J. Agardh ex Gomont 1892 [10]
Bas.: *Calothrix semiplena* C. Agardh 1827
L. sordida Gomont 1892 [19]
Bas.: *Leibleinia sordida* (Gomont) Anagn.
L. sordida f. *maxima* Frémy 1892 [8]

***Leibleinia* (Gomont) L. Hoffm. 1985**

- Leibleinia epiphytica* (Hyeronymus) Compere [19]
Bas.: *Lyngbya epiphytica* Hyeronymus
Leibleinia gracilis (Rabenh. ex Gomont) Anagn. et Komárek [19]
Bas.: *Lyngbya gracilis* Rabenh. ex Gomont

***Mastigocoleus* Lagerh. ex Bornet et Flahault 1886**

- Mastigocoleus testarum* Lagerh. ex Bornet et Flahault 1886 [8]

***Merismopedia* (Meyen) Elenkin 1934**

- Merismopedia glauca* (Ehrenb.) Kütz. 1845 [15]
Bas.: *Gonium glaucum* Ehrenb. 1838
M. mediterranea Nägeli 1849 [20]
Syn.: *M. glauca* f. *mediterranea* (Nägeli) Collins 1910
M. elegans A. Braun ex Kütz. 1849 [15]
M. litoralis (Oerst.) Rabenh. 1865 [14]
Bas.: *Erythroconis litoralis* Oerst. 1842
M. punctata Meyen 1839

***Microcystis* Kütz. ex Lemmerm. 1907**

Microcystis aeruginosa (Kütz.) Kütz. 1846 [18]

Syn.: *Micraloa aeruginosa* Kütz. 1833; *Clathrocystis aeruginosa* (Kütz.)
Henfr. 1856; *Polycystis aeruginosa* (Kütz.); *Diplocystis aeruginosa*
(Kütz.) Trevisan 1848

M. pulvereae (H.C. Wood) Forti 1907 [21]

Bas.: *Pleurococcus pulvereus* H.C. Wood 1873

***Oscillatoria* Vaucher ex Gomont 1892**

Oscillatoria bonnemaisonii P. Crouan et H. Crouan ex Gomont 1892 [12]

Syn.: *O. margaritifera* Kütz. ex Gomont

O. lutea C. Agardh 1824 [14]

Syn.: *Porphyrosiphon luteus* (Gomont ex Gomont) Anagn. et Komárek

O. corallinae Gomont ex Gomont 1890 [10]

Syn.: *Phormidium corallinae* (Gomont ex Gomont) Anagn. et Komárek 1988

***Phormidium* Kütz. 1843**

Phormidium breve (Kütz. ex Gomont) Anagn. et Komárek 1988 [21]

Syn.: *Oscillatoria brevis* Kütz. ex Gomont

Ph. holdenii (Forti) L.H.Z. Branco, Sant'Anna, M.T.P. Azevedo et L. Sormus
1997 [11]

Bas.: *Lyngbia holdenii* Forti;

Syn.: *Leibleinia holdenii* (Forti) P.S. Silva

Ph. hormoides Setch. et N.L. Gardner 1918 [12]

Ph. laetevirens (P.Crouan et H.Crouan ex Gomont) Anagn. et Komárek
1988 [12]

Bas.: *Oscillaria laetevirens* P.L. Crouan et H.M. Crouan ex Gomont 1892

Ph. limosum (Dillwyn) P.C.Silva 1996 [21]

Bas.: *Conferva limosa* Dillwyn 1802

Ph. nigroviride (Thw. ex Gomont) Anagn. et Komárek 1988 [12]

Syn.: *Oscillatoria nigroviridis* Thw. ex Gomont

Ph. tambii (Woron.) Anagn. et Komárek 1988 [14]

Syn.: *Oscillatoria tambii* Woron. 1926

***Pleurocapsa* Thur. ex Hauck 1885**

Pleurocapsa entophysaloides Setch. et N.L. Gardner 1918 [12]

Pl. fuliginosa Hauck 1885 [8]

***Pseudanabaena* Lauterborn 1915**

Pseudanabaena persicina (Reinke ex Gomont) Anagn. 2001 [11]

Bas.: *Lyngbya persicina* Reinke ex Gomont 1892

***Pseudophormidium* (Forti) Anagn. et Komárek 1988**

Pseudophormidium battersii (Gomont) Anagn. 2001 [12]

Bas.: *Plectonema battersii* Gomont

Syn.: *Leptolyngbya battersii* (Gomont) Anagn. et Komárek

P. golenkinianum (Gomont) Anagn. 2001 [19]

Bas.: *Plectonema golenkinianum* Gomont

Syn.: *Leptolyngbya golenkinianum* (Gomont) Anagn. et Komárek 1899

***Richelia* J. Schmidt ex Ostenf. et J. Schmidt 1901**

Richelia interacellularis J. Schmidt 1901 [11]

***Rivularia* C. Agardh ex Bornet et Flahault 1886**

Rivularia atra Roth et Bornet et Flahault 1886 [8]

R. atra f. *hemisphaerica* (Bornet et Flahault) Kossinskaja [8]

Syn.: *R. hemisphaerica* Kütz.; *R. atra* var. *hemisphaerica* (Bornet et Flahault); *R. hemisphaerica* J. Agardh ex Ardis.

R. bullata Berk. ex Bornet et Flahault 1886 [10]

Syn.: *Ulva bullata* Poir.

R. nitida C. Agardh ex Bornet et Flahault 1886 [8]

R. polyotis Roth ex Bornet et Flahault 1886 [8]

Syn.: *Diplotrichia polyotis* J. Agardh; *Rivularia mesenterica* Thur. ex Bornet et Flahault

***Schizothrix* Kütz. ex Gomont 1892**

Schizothrix lardacea Gomont 1892 [19]

Syn.: *Leptothrix lardacea* Ces. 1857; *Lyngbya lardacea* Ces. Hansg. 1887

S. septentrionalis Gomont 1899 [19]

***Scytonematopsis* Kisseleva 1930**

Scytonematopsis crustaceae (Thur. ex Bornet et Flahault) Koválik et Komárek [8]

Syn.: *Calothrix crustacea* Thur. ex Bornet et Flahault)

***Spirulina* Turpin ex Gomont 1892**

Spirulina adriatica Hansg. 1890 [11]

S. meneghiniana Zanardini ex Gomont 1892 [18]

Syn.: *Oscillatoria meneghiniana* Zanardini; *Oscillaria meneghiniana* Zanardini; *Spirulina meneghiniana* f. *fontinalis* Schwabe; *Spirulina meneghiniana* f. *crassa* Bharadwaja, *Spirulina meneghiniana* f. *minor* Hortob.

S. miniata Hauck 1878 [2]

S. tenuissima Kütz. 1836 [8]

S. versicolor Cohn ex Gomont 1892 [8]

Syn.: *S. tenuissima* f. *versicolor* Kossinsk.

***Tapinothrix* Sauv. 1892**

Tapinothrix varians (Geitler) Bohunická et J.R.Johans. 2011 [8]

Bas.: *Homoeotrix varians* (Geitler) 1927

***Trichocoleus* Anagn. 2001**

Trichocoleus tenerrimus (Gomont) Anagn. 2001 [8]

Syn.: *Microcoleis tenerrimus* Gomont

***Xenococcus* Thur. ex Bornet et Thur. 1880**

Xenococcus elenkinii Pohr. 1937 [14]

X. schousboei Thur. 1880 [11]

Syn.: *Dermocarpa schousboei* (Thur.) Bornet

X. pallidus (Hansg.) Komárek et Anagn. 1995 [11]

Syn.: *X. schousboei* var. *pallidus* Hansg.

***Yonedaella* Umezaki 1962**

Yonedaella lithophila (Erceg.) Umezaki 1962 [11]

Syn.: *Isocystis lithophila* Erceg.

EMPIRE EUKARYOTA

KINGDOM CHROMISTA

PHYLUM OCHROPHYTA

CLASS CHRYSOPHYCEAE

***Chrysamoeba* G.A. Klebs 1892**

Chrysamoeba radians G.A.Klebs 1892 [18]

***Chrysococcus* G.A. Klebs 1892**

Chrysococcus rufescens G.A.Klebs 1892 [18]

CLASS DICTYOCHOPHYCEAE

***Dictyocha* Ehrenb. 1837**

Dictyocha speculum Ehrenb. 1839 [2]

Syn.: *Cannopilus calyptra* Haeckel 1887

PHYLUM DINOPHYTA

CLASS DINOPHYCEAE

***Ceratium* E. Schrank 1793**

Ceratium fusus (Ehrenb.) Duj. 1841 [2]

Syn.: *Peridinium fusus* Ehrenb. 1834

C. tripos (O. Müll.) Nitzsch 1817 [2]

Syn.: *Cercaria tripos* O. Müll. 1781; *Peridinium tripos* (O. Müll.) Ehrenb. 1834

***Dinophysis* Ehrenb. 1839**

- Dinophysis acuminata* Clap. et J. Lachm 1859 [2]
Syn.: *D. boehmii* Paulsen 1949; *D. borealis* Paulsen 1949; *D. lachmannii* Paulsen 1949
D. fortii Pavill. 1923 [2]
D. ovum F. Schütt 1895 [2]
Syn.: *D. brevisculus* L.S. Tai et Skogsb. 1934

***Gyrodinium* Kof. et Swezy 1921**

- Gyrodinium fusiforme* Kof. et Swezy 1921 [2]
Syn.: *Spirodinium fusus* Meunier 1910

***Lingulodinium* (D.Wall.) emend J.D. Dodge 1989**

- Lingulodinium polyedra* (F.Stein) J. D. Dodge 1989 [2]
Syn.: *Gonyaulax polyedra* F.Stein 1883

***Prorocentrum* Ehrenb. 1834**

- Prorocentrum compressum* (Bailey) T.H. Abe ex J.D. Dodge 1975 [2]
Syn.: *Pyxidicula compressa* Bailey 1851
P. cordatum (Ostenf.) J.D. Dodge 1975 [2]
Syn.: *Exuviaella cordata* Ostenf. 1902
P. lima (Ehrenb.) F. Stein 1878 [2]
Syn.: *Cryptomonas lima* Ehrenb. 1860; *Exuviaella lima* (Ehrenb.) Bütschli 1885; *E. marina* var. *lima* (Ehrenb.) Schiller 1931
P. micans Ehrenb. 1834 [2]
Syn.: *P. schilleri* Bohrn 1933; *P. levantinoides* Bursa 1959; *P. pacificum* Wood 1963
P. vaginula (F. Stein) J.D. Dodge 1975 [2]

***Protoceratium* Bergh 1881**

- Protoceratium reticulatum* (Clap. et J. Lachm.) Buetschli 1885 [2]
Syn.: *Peridinium reticulatum* Clap. et J. Lachm. 1859; *Gonvaulax grindleyi* Reinecke 1967

***Protoperidinium* Bergh 1881**

- Protoperidinium pyriforme* (Paulsen) Balech 1974 [12]
Syn.: *Peridinium steinii* var. *pyriformis*. Paulsen 1905

***Scrippsiella* Balech ex A.R. Loeb. 1965**

- Scrippsiella trochoidea* (F. Stein) Balech et A.R. Loeb. 1976 [8]
Syn.: *Glenodinium irochoideum* F. Stein 1883; *Peridinium trochoideum* (F. Stein) Lemmerm. 1910; *P. faeroense* Paulsen 1905

***Tripos* Bory 1823**

Tripos furca (Ehrenb.) F. Gómez 2013 [2]

Syn.: *Ceratium furca* (Ehrenb.) Clap. et J. Lachm.; *Peridinium furca* Ehrenb.

***Woloszynskia* R.H.Thomps. 1951**

Woloszynskia reticulata R.H. Thomps. 1951 [8]

**PHYLUM CRYPTOPHYTA
CLASS CRYPTOPHYCEAE**

***Cryptomonas* Ehrenb. 1831**

Cryptomonas erosa Ehrenb. 1838 [18]

**PHYLUM HAPTOPHYTA
CLASS PRYMNESIOPHYCEAE**

***Anacanthoica* Deflandre ex Grassé 1952**

Anacanthoica acanthos (J. Schiller) Deflandre 1952 [2]

***Chrysochromulina* Lackey 1939**

Chrysochromulina pontica Roukh. 1966 [17]

CLASS COCCOLITHOPHYCEAE

***Emiliana* W.W. Hay et Mohler 1967**

Emiliana huxleyi (Lohmann) W.W. Hay et Mohler 1967 [2]

Syn.: *Pontosphaera huxleyi* Lohmann 1902; *Hymenomonas huxleyi* (Lohmann) Kamptner 1930; *Coccolithus huxleyi* (Lohmann) Kamptner 1943; *Gephyrocapsa huxleyi* (Lohmann) P. Reinh. 1972

***Oolithotus* P. Reinh. ex Cohen et P. Reinh. 1968**

Oolithotus fragilis (Lohmann) E. Martini et C. Müll. 1985 [2]

Syn.: *Coccolithophora fragilis* Lohmann, 1912

**PHYLUM BIGYRA
CLASS BICOSECOPHYCEAE**

***Cafeteria* Fenchel et D.J. Patt.1988**

Cafeteria roenbergensis Fenchel et D.J. Patt., 1988 [13]

***Chrysococcus* G.A. Klebs 1892**

Chrysococcus rufescens G.A. Klebs, 1893 [13]

***Discocelis* Vørs 1988**

Discocelis punctata J. Larsen et D.J. Patt. [13]

KINGDOM PROTOZOA

PHYLUM EUGLENOZOA

CLASS EUGLENOPHYCEAE

***Anisonema* Duj. 1841**

Anisonema emarginatum A. Stokes [13]

A. acinus Duj. [13]

***Bodo* Duj. 1841**

Bodo caudatus Duj. [13]

***Clautriavia* Massart 1920**

Clautriavia cavus Lee et D.J. Patt. [13]

***Dinema* Perty 1952**

Dinema validum J. Larsen et J.D. Patt. [13]

***Dinematomonas* P.C. Silva 1960**

Dinematomonas litoralis (Skuja) P.C. Silva 1960 [13]

Bas.: *Dinema litorale* Skuja 1939

***Eutreptia* Perty 1852**

Eutreptia lanowii Steuer 1904 [2]

E. viridis Perty 1852 [16]

***Euglena* Ehrenb. 1830**

Euglena deses Ehrenb. 1933 [21]

Syn.: *E. satellites* Braslavskaja-Spectrova 1937

***Heteronema* Duj. 1841**

Heteronema larseni Lee et D.J. Patt. 2000 [13]

Heteronema ovale Kahl. [13]

***Notosolenus* A. Stokes 1884**

Notosolenus sinuatus A. Stokes 1885 [13]

N. lashue Lee et D.J. Patt. [13]

N. pyriforme Lee et D.J. Patt. [13]

***Petalomonas* F. Stein 1959**

Petalomonas mediocanellata var. *minor* Shawhan et T.L. Jahn 1947 [13]

***Ploeotia* Duj. 1841**

Ploeotia vitrea Duj. 1841 [13]

***Rhynchopus* Skuja 1948**

Rhynchopus amitus Skuja 1948 [13]

PHYLUM PROTOZOA INCERTAE SEDIS

CLASS EBRIOPHYCEAE

***Ebria* Borgert 1891**

Ebria tripartita (Schum.) Lemmerm. 1899 [2]

Bas.: *Dictyocha tripartita* Schum.

***Hermesinum* O. Zacharias 1906**

Hermesinum adriaticum O. Zacharias 1906 [16]

KINGDOM PLANTAE

PHYLUM CHLOROPHYTA

CLASS CHLOROPHYCEAE

***Actinochloris* Korschikov 1953**

Actinochloris sphaerica Korschikov 1953 [18]

Syn.: *Radiosphaera sphaerica* (Korschikov) Fott 1971

***Acutodesmus* (E. Hegew.) P. Tsarenko 2001**

Acutodesmus obliquus (Turpin) E. Hegew. et Hanagata 2000 [2]

Bas.: *Achnanthes obliqua* Turpin 1828

***Ankistrodesmus* Corda 1838**

Ankistrodesmus falcatus (Corda) Ralfs 1848 [2]

Bas.: *Micrasterias falcatus* Corda

***Chlamydomonas* Ehrenb. 1833**

Chlamydomonas oblonga E.G. Pringsh. 1930 [21]

Syn.: *Ch. mexicana* R.A. Lewin 1957

***Chlorococcum* Menegh. 1842**

Chlorococcum infusionum (E. Schrank) Menegh. 1842 [21]

Syn.: *Lepraria infusionum* E. Schrank, 1811

***Chlorosarcina* Gerneck 1907**

Chlorosarcina longispinosa Chantan. et H.C.Bold 1962 [21]

***Coelastrum Nägeli* 1849**

Coelastrum microporum Nägeli [18]
Syn.: *C. robustum* Hantzsch 1868

***Desmodesmus (Chodat) S.S. An, Friedl et E. Hegew.* 1999**

Desmodesmus communis (E.Hegew.) E. Hegew. 2000 [2]
Syn.: *Scenedesmus communis* E. Hegew. 1977
D. opoliensis (P.G. Richt.) E. Hegew. 2000 [3]
Syn.: *Scenedesmus opoliensis* P.G. Richt. 1897

***Hyaloraphidium Pascher et Korschikov* 1931**

Hyaloraphidium contortum Korschikov 1931 [18]

***Pseudoquadrigula E.N. Lacoste* 1973**

Pseudoquadrigula obtusa (Korschikov) P. Tsarenko 2011 [18]
Syn.: *Coenocystis obtusa* Korschikov 1953

***Pseudopediastrum E. Hegew.* 2005**

Pseudopediastrum boryanum (Turpin) E. Hegew. [2]
Syn.: *Helierella boryana* Turpin 1828

***Pyramichlamys H. Ettl et O. Ettl* 1959**

Pyramichlamys vectensis (Kuff.) H.Ettl et O. Ettl 1959 [18]
Syn.: *Carteria vectensis* Kuff. 1954

***Raphidocelis Hindák* 1977**

Raphidocelis rotunda (Korschikov) Marvan, Komárek et Comas 1984 [18]
Syn.: *Ankistrodesmus rotundus* Korschikov 1953

CLASS TREBOUXIOPHYCEAE

***Chlorella Beij.* 1890**

Chlorella vulgaris Beij., 1890 [18]
Syn.: *Chlorella pyrenoidosa* H. Chick, 1903

***Micractinium Fresen.* 1858**

Micractinium pusillum Fresen. 1858 [18]

CLASS PYRAMIMONADOPHYCEAE

***Polyasterias Cleve* 1900**

Polyasterias problematica (Cleve) Meunier 1910 [2]
Syn.: *Hexasterias problematica* Cleve 1900

***Pterosperma* C.H.G. Pouchet 1893**

Pterosperma cristatum J.Schiller 1925 [2]

CLASS CHLORODENDROPHYCEAE

***Tetraselmis* F. Stein, 1878**

Tetraselmis viridis (Roukh.) R.E. Norris, T. Hori et Chihara 1980 [17]

Сын.: *Platymonas viridis* Roukh. 1966

Источник первого обнаружения вида в Черном море:

- [1] – Black Sea Biological Diversity (1998) / Comp. A. Konsulov ; Institute of Oceanology BAS / (GEF Black Sea Environmental Series). New-York: United Nat. Publ. 5. Bulgaria. 131 p.; Петрова-Караджова В. (1977) Диатомовите водорасли в морските обраствания // Известия на Института по рибни ресурси. Варна. 15. С. 55–65; Темнискова-Топалова Д., Петрова-Караджова В., Валева М. (1994) Таксономический состав бентосных водорослей (Bacillariophyta) болгарского шельфа Чёрного моря // Альгология. 4 (2). С. 39–47.
- [2] – Black Sea Biological Diversity (1997) / Comp. A. Petranu ; Romanian Marine Research Institute / (GEF Black Sea Environmental Series). New-York: United Nat. Publ. 4. Romania. 314 p.; Bodeanu N. Structure et dynamique de l'algoflore unicellulaire dans les eaux du littoral Roumain de la mer Noire / Bodeanu N. Cercetari Marine "Recherches Marines" (1987–1988) No. 20/21. P. 19–251; Cărăuș I. (2012) The algae of Romania : A distributional checklist of actual algae [third version]. 809 p. [Studii si Cercetari. Biologie ; Universitatea Bacau [version 2.3] (2002). 7. 694 p.;
- [3] – Black Sea Biological Diversity (1998) / Comp. Yu. Zaitsev and V. Mamaev / (GEF Black Sea Environmental Series). New-York: United Nat. Publ. 7. Ukraine. 352 p.; Прошкина-Лавренко А. И. Диатомовые водоросли планктона Чёрного моря. / Ред. В. П. Савич. Москва-Ленинград: Изд-во АН СССР, 1955. 222 с.; Прошкина-Лавренко А. И. (1963) Диатомовые водоросли бентоса Черного моря / Ред. В. П. Савич. Москва-Ленинград: Изд-во АН СССР. 244 с.;
- [4] – Гусяков Н. Е., Закордонец О. А., Герасимюк В. П. (1992) Атлас диатомовых водорослей бентоса северо-западной части Чёрного моря и прилегающих водоемов. Киев: Наук. думка. 115 с.; Гусяков М. О. (2002) Діатомові водорості бентосу Чорного моря та суміжних водойм (морфологія, систематика, екологія, біогеографія): рукопис дисс. на здоб. наук. ступ. д.б.н. за спец. 03.00.05 – ботаніка. Київ. 336 с.; Гусяков М. О., Ковтун О. О. (2000) Водорості мезофітопсаммону Чорного моря // Вісник ОНУ. 5 (1). С.129–134.

- [5] – Рябушко Л. И. (1991) Микрофитобентос Филлофорного поля Зернова; АН УССР, ИнБЮМ им. А. О. Ковалевского. Севастополь. 28 с. Деп. ВИНТИ 02.07.1991, № 2981–В-91;
- [7] – Белякова Р. Н. (1988) К морфологии и биологии некоторых морских синезеленых водорослей // Новости систематики низших растений. 25. С. 3–9.
- [8] – Воронихин Н. Н. (1908-1909) О распределении водорослей в Черном море у Севастополя (предварительное сообщение) // Ботанический журнал. Тр. СПб о-ва естествоиспытателей. VII (3). С. 181-198; Декенбах К. Н. О водорослях Балаклавской бухты (предварительное сообщение) (1902) // Scripta botanica. IV (1). С. 12–16.
- [9] – Гусяков М. О. (1981). Нові дані про діатомові водорості Чорного моря // Укр. ботан. журн. 38 (1). С. 54–63.
- [10] – Зинова Е.С. (1935) Водоросли Черного моря окрестностей Новороссийской бухты и их использование // Тр. Севастоп. Биол. Станции. IV. С. 1–136.
- [11] – Косинская Е.К. (1948) Определитель морских синезеленых водорослей (Cyanobacteria)]. – М.-Л.: Изд-во АН СССР. 278 с.;
- [12] – Михайловская З.Н. (1937) Определитель синезеленых водорослей северо-восточной части Черного моря // Тр. Новорос. Биол. станции. 12 (6). С. 104–144.
- [13] – Никонова С. Е. (2012) Микрофитобентос супралиторали песчаных пляжей Одесского залива (Украина) // Тезисы докладов IV Междунар. конф. "Актуальные проблемы современной альгологии" (г. Киев, 23-25 мая 2012 г.). С. 210-211; Снигирева А. А., Теренько Л. М., Теренько Г. В. (2014) Бентосные свободноживущие флагеллаты песчаного побережья Одесского залива // Вісник Харківського національного університету ім. В. Н. Каразіна. Сер. Біологія. 2014. 1100 (20). С. 174–179.
- [14] – Погребняк И. И. (1937) О новом виде синезеленой водоросли *Xenococcus elenkinii* Pogrebnyak sp. nov. // Бот. Мат. Отд. Споровых раст. БИН АН СССР. IV (8-9). С. 22–24; Погребняк И. И. (1938) Морские водоросли Одесского побережья и их практическое использование // Тр. Одесского ун-та. Серия Биология. III. С. 77–96; Погребняк И. И. (1965) Донная растительность лиманов северо-западного Причерноморья и сопредельных им акваторий Черного моря: рукопись дисс. на соиск. уч. степ. д.б.н. Одесса. 310 с.;
- [15] – Приходькова Л. П., Виноградова О. М. (1988) Синезеленые водоросли грунтов Черноморского государственного биосферного заповедника АН УССР // Укр. Бот. Журн. 45 (5). Р. 41–45.

- [16] – Прошкина-Лавренко А. И. (1959) Современные и ископаемые силикофлагелляты и эбриидеи Черноморского бассейна // Тр. БИН АН СССР. Сер. 11 (12). С. 142–175;
- [17] – Роухияйнен М. И. (1966) Два новых вида подвижных золотистых водорослей Черного моря // Новости систематики низших растений. Москва–Ленинград: Наука. С. 10–15; Роухияйнен М. И. (1966) Новый вид рода *Platymonas* из зеленых водорослей (Chlorophyta) // Новости систематики низших растений. Москва–Ленинград: Наука. С. 82–85.
- [18] – Рябушко В. И., Алеев М. Ю., Радченко В. Н., Рябушко Л. И., Чубчикова И. Н. (2003) Применение некоторых биоиндикаторов для оценки влияния на морские экосистемы // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа : сб. науч. тр. Севастополь. 2 (7). С. 144–154; Рябушко Л. И. (2006) Микроводоросли бентоса Чёрного моря. Севастополь : ЭКОСИ-Гидрофизика, 2006. 143 с.; Рябушко Л. И. (2013) Микрофитобентос Чёрного моря. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. 416 с.; Рябушко Л. И., Бабич И. И., Рябушко В. И., Смирнова Л. Л. (2004) Седиментация фитопланктона в бухте Казачья Черного моря (Украина) // Альгология. 14 (1). С. 48–61; Рябушко Л. И., Чубчикова И. Н. (2000) Первая находка золотистой водоросли рода *Chrysamoeba* Klebs из Черного моря // Экология моря. 62. С. 18.
- [19] – Садогурская С. А. (2000) Предварительные данные о видовом разнообразии *Cyanophyta* супралиторали Южного берега Крыма // Экология моря. 52. С. 48–51; Садогурська С. О. (2005) *Cyanophyta* морської кам'янистої супраліторалі Криму // автореф. дис. на здоб. наук. ступ. к.б.н. за спец. 03.00.05 – ботаніка. Київ. 21 с.; Садогурская С. А., Маслов И. И. (2001) До вивчення фитофитобентосу Прибережного шквального комплексу біля мису Плака (Чорне море) // Наук. Вісник ЮжНУ. Сер. Біологія. 10. С. 123–126;
- [20] – Сапожников Ф. В. (2001) Микрофитобентос мягких грунтов района Архипо-Осиповки и Инала (северо-кавказское побережье Чёрного моря) // Экология моря. 58. С. 13–17.
- [21] – Герасимюк В. П., Ковтун О. А. (2007) Микроскопические водоросли Тилигульского лимана // Альгология. 17 (1). С. 42–52.

Приложение V

Список видов микрофитобентоса северо-западной части Чёрного моря (Bacillariophyta)

PHYLUM BACILLARIOPHYTA

CLASS COSCINODISCOPHYCEAE

THALASSIOSIRALES Gleser et I.V. Makarova 1986

Thalassiosiraceae M. Lebour 1930

Thalassiosira Cleve 1873

Thalassiosira antiqua (Grunow) Cleve-Euler 1941 [2] ¹

Bas.: *Coscinodiscus excentricus* var. *antiquus* Grunow 1884

Th. antiqua var. *septata* Proshk.-Lavr. 1955 [2]

Th. baltica (Grunow) Ostenf. 1901 [3; 4]

Bas.: *Coscinodiscus polyacanthus* var. *baltica* Grunow ex Cleve et Grunow 1880

Th. coronata Proshk.-Lavr. 1955 [2; 4]

Th. decipiens (Grunow) Jørg. 1905 [2; 4; 6]

Bas.: *Coscinodiscus eccentricus* var. *decipiens* Grunow 1878, non *Coscinodiscus decipiens* Grunow

Th. eccentrica (Ehrenb.) Cleve emend Fryxell et Hasle 1972 [2; 5; 6]

Bas.: *Coscinodiscus eccentricus* Ehrenb. 1840;

Syn.: *Thalassiosira excentrica* Karsten 1905

Th. eccentrica var. *fasciculata* (Hust.) Nizam. 1984 [2]

Bas.: *Coscinodiscus excentricus* var. *fasciculata* Hust. 1928

Th. incerta I.V. Makarova 1961 [3; 4]

Th. parva Proshk.-Lavr. 1955 [2; 3; 5; 6]

Th. parvula I.V. Makarova 1977 [6]

Th. subsalina Proshk.-Lavr. 1955 [2; 4]

Stephanodiscaceae I.V. Makarova 1986

Cyclotella (Kütz.) Bréb. 1838

Cyclotella caspia Grunow 1878 [2; 3; 4]

C. convexa Bodeanu 1976 [2]

C. meneghiniana Kütz. 1844 [2; 3; 4]

Syn.: *Cyclotella kuetzingiana* var. *meneghiniana* (Kütz.) Brun 1880

C. meneghiniana var. *kuetzingiana* (Thwaites) Playfair 1913 [3; 4]

Bas.: *Cyclotella kuetzingiana* Thwaites 1848;

¹ Здесь и далее указан источник публикации о нахождении вида диатомовых водорослей в северо-западной части Черного моря.

- Syn.: *Orthosira kuetzingiana* (Thwaites) Heib. 1863
C. operculata (C. Agardh) Kütz. 1833 [3; 4]
C. striata (Kütz.) Grunow ex Cleve et Grunow 1880 [3]
Bas.: *Coscinodiscus striatus* Kütz. 1844
C. undulata Bodeanu 1976 [2]

***Discostella* Houk et Klee 2004**

- Discostella stelligera* (Cleve et Grunow) Houk et Klee 2004 [2]
Bas.: *Cyclotella meneghiniana* var. *stelligera* Cleve et Grunow ex Cleve 1881;
Syn.: *Cyclotella stelligera* (Cleve et Grunow ex Cleve) Van Heurck 1882

***Cyclostephanos* Round 1987**

- Cyclostephanos dubius* (Friske) Round 1982 [2]
Bas.: *Stephanodiscus dubius* Fricke;
Syn.: *Cyclotella dubia* Fricke ex A.W.F. Schmidt et al. 1900 emend
Theriot et al. 1987
C. dubius var. *romanicus* (Bodeanu) Ryabushko 2013 [2]
Bas.: *Stephanodiscus dubius* var. *romanicus* Bodeanu 1988

***Stephanodiscus* Ehrenb. 1845**

- Stephanodiscus hantzschii* Grunow ex Cleve et Grunow 1880 [2; 3; 4]
S. medius Håk. 1986* [6]
S. rotula (Kütz.) Hendey 1964 [2]
Bas.: *Cyclotella rotula* Kütz. 1844,
Syn.: *Stephanodiscus astraea* (Ehrenb.) Grunow
S. subsalsus (Cleve-Euler) Hust. 1928 [2]
Bas.: *Melosira subsalsa* Cleve-Euler 1912

MELOSIRALES R.M. Crawford 1990

Melosiraceae Kütz. 1844 emend. R.M. Crawford 1990

***Melosira* C. Agardh 1824**

- Melosira lineata* (Dillwyn) C. Agardh 1824 emend R.M. Crawford 1978 [2; 4; 5]
Bas.: *Conferva lineata* Dillwyn 1809;
Syn.: *Conferva lineata* Jurgens, *Conferva orichalcea* Mertens ex
Jurgens, *Melosira juergensii* C. Agardh, *Melosira orichalcea* (Mertens
ex Jurgens) Kütz.
M. moniliformis (O.F. Müll.) C. Agardh 1824 [1; 2; 3; 4; 5; 7]
Bas.: *Conferva moniliformis* O.F. Müll. 1783;
Syn.: *Melosira borrieri* Grev.
M. moniliformis var. *hispidum* (Castracane) Zimmermann 1915 [4]
Bas.: *Melosira borrieri* var. *hispidum* Castracane 1878
M. moniliformis var. *octogona* (Grunow) Hust. 1927 [2; 3; 4]
Bas.: *Melosira borrieri* var. *octogona* Grunow;

- Syn.: *Melosira lineata* var. *octogona* (Grunow) Cleve-Euler
M. moniliformis var. *subglobosa* (Grunow) Hust. 1927 [2; 3; 4]
Bas.: *Melosira borrieri* var. *subglobosa* Grunow 1878
M. nummuloides (Dillwyn) C. Agardh 1824 [1; 2; 4]
Bas.: *Conferva nummuloides* Dillwyn 1809;
Syn.: *Melosira salina* Kütz.
M. varians C. Agardh 1827 [1; 2]

Endictyaceae R.M. Crawford 1990

***Endictya* Ehrenb. 1845**

- Endictya oceanica* Ehrenb. 1845 [2; 4; 6]

Hyalodiscaceae R.M. Crawford 1990

***Hyalodiscus* Ehrenb. 1845**

- Hyalodiscus ambiguus* (Grunow) Temp. et H. Perag. 1889 [2; 4]
Bas.: *Podosira ambigua* Grunow 1879
H. scoticus (Kütz.) Grunow 1879 [1; 2; 3; 4; 5; 6]
Bas.: *Cyclotella scotica* Kütz. 1844;
Syn.: *Hyalodiscus subtilis* var. *scotica* (Kütz.) H. Perag. et Perag. 1897-1908
H. scoticus var. *griseolus* Proshk.-Lavr. 1961 [1]
H. subtilis J.W. Bailey 1854 [1]

***Podosira* Ehrenb. 1840**

- Podosira hormoides* (Mont.) Kütz. 1844 [1; 2; 6]
Bas.: *Melosira hormoides* Mont. 1839;
Syn.: *Hyalodiscus hormoides* (Mont.) Petit 1877
P. hormoides var. *parvula* Proshk.-Lavr. 1963 [2; 4]
P. maxima (Kütz.) Grunow var. *minuta* Proshk.-Lavr. 1963 [4]
P. pellucida Proshk.-Lavr. 1963 [1; 2; 4]

PARALIALES R.M. Crawford 1990

Paraliaceae R.M. Crawford 1988

***Paralia* Heib. 1863**

- Paralia sulcata* (Ehrenb.) Cleve 1873 [1; 2; 3; 4; 5; 6]
Bas.: *Gaillonella sulcata* Ehrenb. 1838;
Syn.: *Melosira sulcata* (Ehrenb.) Kütz. 1844; *Melosira sulcata* (Ehrenb.) Hanna 1932

AULACOSEIRALES R.M. Crawford 1990

Aulacoseiraceae R.M. Crawford 1990

***Aulacoseira* Thw. 1848**

- Aulacoseira distans* (Ehrenb.) Simonsen 1979 [2]
Bas.: *Gaillonella distans* Ehrenb. 1837;

- Syn.: *Melosira distans* (Ehrenb.) Kütz. 1844
A. granulata (Ehrenb.) Simonsen 1979 [2; 3; 4]
Bas.: *Gaillonella granulata* Ehrenb. 1843;
Syn.: *Melosira granulata* (Ehrenb.) Ralfs ex A. Pritch. 1861; *Melosira polymorpha* var. *granulata* (Ehrenb.) Bethge 1925; *Melosira punctata* var. *granulata* (Ehrenb.) Cleve et J.D. Möller 1879;
A. islandica (O. Müll.) Simonsen 1979 [2]
Bas.: *Melosira islandica* O. Müll. 1906
A. italica (Ehrenb.) Simonsen 1979 [2; 4]
Bas.: *Gaillonella italica* Ehrenb. 1838,
Syn.: *Melosira italica* (Ehrenb.) Kütz. 1844; *Melosira crenulata* var. *italica* (Ehrenb.) Grunow ex Van Heurck 1882

ORTHOSEIRALES R.M. Crawford 1990

Orthoseiraceae R.M. Crawford 1990

***Orthoseira* Thw. 1848**

- Orthoseira roeseana* (Rabenh.) O'Meara 1875 [2]
Bas.: *Melosira roeseana* Rabenh. 1853;
Syn.: *Orthoseira spinosa* W.Sm. 1855; *Melosira roeseana* var. *epidendron* (Ehrenb.) Grunow, *Melosira roeseana* var. *spiralis* (Ehrenb.) Grunow 1882

COSCINODISCALES Round et R.M. Crawford 1990

Coscinodiscaceae Kütz. 1844

***Coscinodiscus* Ehrenb. 1839**

- Coscinodiscus apiculatus* Ehrenb. 1844 [1; 2; 4; 5]
C. asteromphalus Ehrenb. 1844 [1; 2]
C. asteromphalus var. *subbulliens* (Jørg.) Cleve-Euler 1942 [1]
Bas.: *Coscinodiscus subbulliens* Jørg. 1905
C. concinnus W. Sm. 1856 [2; 4]
Syn.: *Coscinodiscus radiatus* var. *concinnus* (W. Sm.) Van Heurck 1896
C. gigas Ehrenb. 1843 [4]
C. granii Gough 1905 [1; 2; 3; 4; 5]
C. janischii A.W.F. Schmidt 1874 [2; 3; 4; 5; 6]
Syn.: *Coscinodiscus gigas* var. *janischii* (A.W.F. Schmidt ex A.W.F. Schmidt et al.) Freng. 1928
C. jonesianus var. *commutata* (Grunow) Hust. 1928 [1; 4]
Bas.: *Eupodiscus commutatus* Grunow 1884;
Syn.: *Coscinodiscopsis commutata* (Grunow) E.A. Sar et I. Sunesen ex Sar et al. 2008
C. jonesianus (Grev.) Ostenf. 1915 [1; 2; 3; 5]
Bas.: *Eupodiscus jonesianus* Grev. 1862;

- Syn.: *Coscinodiscopsis jonesiana* (Grev.) E.A. Sar et I. Sunesen ex Sar et al. 2008
- C. lewisianus* Grev. 1866 [1]
Syn.: *Araniscus lewisianus* (Grev.) S. Komura 1998
- C. lineatus* Ehrenb. 1839 [2]
Syn.: *Coscinodiscus lineatus* var. *convexus* (Ehrenb.) Wornardt 1967
- C. nodulifer* A.W.F. Schmidt 1878 [1]
Syn.: *Azpeitia nodulifera* (A.W.F. Schmidt) G. Fryxell et P.A. Sims ex Fryxell, P.A. Sims et Watkins 1986
- C. nordenskiöldii* (Cleve) Cleve-Euler 1951 [2]
Bas.: *Thalassiosira nordenskiöldii* Cleve 1873
- C. oculus-iridis* Ehrenb. 1840 emend Sancetta 1987 [2]
- C. perforatus* Ehrenb. 1844 [2; 4; 5]
- C. radiatus* Ehrenb. 1840 [1; 2; 3; 4; 5; 6]

Hemidiscaceae Hendey 1937 emend. Simonsen 1975

***Actinocyclus* Ehrenb. 1837**

- Actinocyclus octonarius* Ehrenb. 1837 [1; 2; 3; 4; 6]
Syn.: *Actinoptychus octonarius* (Ehrenb.) Kütz. 1844
- A. octonarius* Ehrenb. var. *ralfsii* (W. Sm.) Hendey 1954 [1]
Bas.: *Eupodiscus ralfsii* W. Sm. 1856;
Syn.: *Actinocyclus ralfsii* (W. Sm.) Ralfs ex A. Pritch. 1861; *Actinocyclus ehrenbergii* var. *ralfsii* (W. Sm.) Hust. 1929
- A. subtilis* (W. Greg.) Ralfs 1861 [4]
Bas.: *Eupodiscus subtilis* W. Greg.;
Syn.: *Eupodiscus gregoryanus* Bréb.
- A. tenellus* (Bréb.) Grunow 1867 [1; 2; 4]
Bas.: *Eupodiscus tenellus* Hendey 1954;
Syn.: *Actinocyclus ehrenbergii* var. *tenella* (Bréb.) Hust. 1929; *Actinocyclus octonarius* var. *tenellus* (Bréb.) Bréb. 1854; *Actinocyclus octonarius* var. *tenellus* (Bréb.) Hajós 1968; *Actinocyclus tenellus* (Bréb.) Andrews 1976

Heliopeltaceae H.L. Smith 1872

***Actinoptychus* Ehrenb. 1843**

- Actinoptychus senarius* (Ehrenb.) Ehrenb. 1843 [1; 3; 5; 6]
Syn.: *Actinoptychus undulatus* (J.W. Bailey) Ralfs ex A. Pritch.

ASTEROLAMPRALES Round et R.M. Crawford 1990

Asterolampraceae H.L. Smith 1872

***Asteromphalus* Ehrenb. 1844**

- Asteromphalus flabellatus* (Bréb.) Grev. 1859 [2]
A. robustus Castracane 1875 [2]

STICTODISCALES Round et R.M. Crawford 1990

Stictodiscaceae (Shutt) Simonsen 1972

***Stictodiscus* Grev. 1861**

Stictodiscus nitidus (Grove et Sturt) A.W.F. Schmidt 1888 [4]

Bas.: *Stictodiscus californicus* var. *nitida* Grove et Sturt 1887

TRICERATIALES Round et R.M. Crawford 1990

Triceratiaceae (Shutt) Lemmerm. 1899

***Triceratium* Ehrenb. 1839**

Triceratium antediluvianum (Ehrenb.) Grunow 1867 [2; 3; 4; 5; 6]

Bas.: *Amphitetras antediluviana* Ehrenb. 1840;

Syn.: *Biddulphia antediluviana* (Ehrenb.) Van Heurck 1885; *Odontella antediluviana* (Ehrenb.) Perag. 1903

***Odontella* C. Agardh 1832**

Odontella aurita (Lyngb.) C. Agardh 1832 [1; 3; 4]

Bas.: *Diatoma aurita* Lyngb. 1819;

Syn.: *Biddulphia aurita* (Lyngb.) Bréb. 1838, *Denticella aurita* Ehrenb., *Denticella gracilis* Ehrenb., *Biddulphia pumila* Castracane, *Biddulphia sansibarica* A.W.F. Schmidt

O. aurita var. *obtusa* (Kütz.) Denys 1982 [1; 3; 4; 5]

Bas.: *Odontella obtusa* Kütz. 1844;

Syn.: *Biddulphia obtusa* (Kütz.) Ralfs ex A. Pritch. 1861; *Biddulphia aurita* var. *obtusa* (Kütz.) Hust. 1930; *Biddulphia obtusa* (Kütz.) Grunow 1867;

O. subaequa Kütz. 1844 [3; 4]

Bas.: *Biddulphia subaequa* (Kütz.) Ralfs ex A. Pritch. 1861

***Pleurosira* (Menegh.) Trevis. 1848**

Pleurosira laevis (Ehrenb.) Compere 1982 [2; 3; 4]

Bas.: *Biddulphia laevis* Ehrenb. 1843;

Syn.: *Cerataulus laevis* (Ehrenb.) Ralfs ex A. Pritch. 1861

***Cerataulus* Ehrenb. 1843**

Cerataulus turgidus Ehrenb. [2]

***Auliscus* Ehrenb. 1843**

Auliscus sculptus (W. Sm.) Brightwell 1860 [3; 4]

Bas.: *Eupodiscus sculptus* W. Sm. 1853

Plagiogrammaceae De Toni 1890

***Glyphodesmis* Grev. 1862**

Glyphodesmis distans (W. Greg.) Grunow ex Van Heurck 1881 [1; 2; 4; 6]

Bas.: *Denticula distans* W. Greg. 1857;

Syn.: *Dimeregramma distans* Ralfs ex A. Pritch. 1861

***Dimeregramma* Ralfs ex A. Pritch. 1861**

Dimeregramma fulvum (W. Greg.) Ralfs ex A. Pritch. 1861 [2]

Bas.: *Denticula fulva* W. Greg. 1857

D. minor (W. Greg.) Ralfs ex A. Pritch. 1861 [1; 2; 3; 4; 5; 6]

Bas.: *Denticula minor* W. Greg. 1857

D. minor var. *nana* (W. Greg.) Van Heurck 1885* [6]

Bas.: *Denticula nana* W. Greg. 1857;

Syn.: *Dimerogramma nanum* (W. Greg.) Ralfs ex A. Pritch. 1861

BIDDULPHIALES Willi Krieg. 1954

Biddulphiaceae Kütz. 1844

***Biddulphia* Gray 1821**

Biddulphia rostrata var. *alata* Proshk.-Lavr. 1961 [3]

B. vesiculosa (C. Agardh) Kütz. 1833 [2]

Bas.: *Diatoma vesiculosum* C. Agardh 1824

Attheyaceae R.M. Crawford et Round 1994

***Attheya* T. West 1860**

Attheya decora T. West 1860* [7]

ANAULALES Round et R.M. Crawford 1990

Anaulaceae (Shutt) Lemmerm. 1899

***Anaulus* Ehrenb. 1844**

Anaulus minutus Grunow 1882 [1; 3; 4]

CYMATOSIRALES Round et R.M. Crawford 1990

Cymatosiraceae Hasle von Stosch et Syvertsen 1983

***Cymatosira* Grunow 1862**

Cymatosira belgica Grunow ex Van Heurck 1881 [4]

CHAETOCEROTALES Round et R.M. Crawford 1990

Chaetocerotaceae Ralfs ex A. Pritch. 1861

***Bacteriastrum* Shadbolt 1854**

Bacteriastrum hyalinum Lauder 1864 [3; 4]

CLASS FRAGILARIOPHYCEAE

FRAGILARIALES P.C. Silva 1962

Fragilariaceae Grev. 1833

***Fragilaria* Lyngb. 1819**

Fragilaria capucina Desm. 1825 emend Lange-Bert. 1980 [2; 4; 6]

Syn.: *Fragilaria capucina* var. *lanceolata* Grunow ex Van Heurck

F. crotonensis Kitton 1869 [1; 2]

- Syn.: *Fragilaria smithiana* Grunow
F. pulchella (Ralfs ex Kütz.) Lange-Bert. 1980 [1; 3; 4]
Bas.: *Exilaria pulchella* Ralfs ex specim. Kütz. 1844;
Syn.: *Synedra pulchella* (Ralfs ex Kütz.) Kütz. 1844, *Ctenophora pulchella* (Kütz.) Williams et Round 1986 [2; 4]
F. vaucheriae (Kütz.) J.B. Petersen 1938
Bas.: *Exilaria vaucheria* Kütz. 1833;
Syn.: *Synedra vaucheriae* (Kütz.) Kütz. 1844, *Ctenophora vaucheriae* (Kütz.) Schönf. 1907, *Fragilaria vaucheriae* var. *parvula* (Kütz.) Cleve-Euler 1953, *Ceratoneis vaucheriae* (Kütz.) H. Kobayasi 1965, *Fragilaria capucina* var. *vaucheriae* (Kütz.) Lange-Bert. 1980

***Hannaea* R.M. Patrick ex R.M. Patrick et Reimer 1966**

- Hannaea arcus* (Ehrenb.) R.M. Patrick 1961 [2]
Bas.: *Navicula arcus* Ehrenb. 1836;
Syn.: *Ceratoneis arcus* (Ehrenb.) Kütz. 1844, *Ceratoneis amphioxys* (Rabenh.) Brun, *Fragilaria arcus* (Ehrenb.) Cleve 1898

***Asterionella* Hassall 1850**

- Asterionella formosa* Hassall 1850 [2; 3; 4]
Syn.: *Asterionella gracillima* var. *formosa* (Hassall) Wislouch 1921;
Diatoma gracillima Hantzsch, *Asterionella gracillima* (Hant.) Heib.,
Asterionella formosa var. *gracillima* Grunow

***Staurosira* Ehrenb. 1843**

- Staurosira construens* Ehrenb. 1843 [1; 2; 3; 4]
St. venter (Ehrenb.) Cleve et J.D. Möller 1879 [4; 7]
Bas.: *Fragilaria venter* Ehrenb. 1854;
Syn.: *Fragilaria construens* var. *venter* (Ehrenb.) Grunow 1881,
Staurosira construens Ehrenb. var. *venter* (Ehrenb.) Hamilton 1992,
Staurosira construens Ehrenb. f. *venter* (Ehrenb.) Bukht. 1995,
Staurosira venter (Ehrenb.) H. Kobayasi ex Mayama, M. Idei, K. Osada et Nagumo 2002

***Staurosirella* D.M. Williams et Round 1988**

- Staurosirella pinnata* (Ehrenb.) D.M. Williams et Round 1987 [1; 2; 3; 4]
Bas.: *Fragilaria pinnata* Ehrenb. 1843

***Pseudostaurosira* D.M. Williams et Round 1988**

- Pseudostaurosira brevistriata* (Grunow) D.M. Williams et Round 1987 [2; 4]
Bas.: *Fragilaria brevistriata* Grunow ex Van Heurck 1885
P. parasitica (W. Sm.) E.A. Morales 2003 [4]
Bas.: *Odontidium parasiticum* W. Sm. 1856;

- Syn.: *Fragilaria parasitica* (W. Sm.) Heiberg 1863; *Fragilaria parasitica* (W. Sm.) Grunow ex Van Heurck 1881; *Synedra parasitica* (W. Sm.) Hust. 1930; *Staurosira parasitica* (W. Sm.) Petit 1877
- P. parasitica* var. *subconstricta* (Grunow ex Van Heurck) E. Morales 2003* [6]
Bas.: *Fragilaria parasitica* var. *subconstricta* Grunow ex Van Heurck 1881;
Syn.: *Synedra parasitica* var. *subconstricta* (Grunow ex Van Heurck) Hust. 1930; *Synedra parasitica* f. *subconstricta* (Grunow ex Van Heurck) Hust. 1957

***Martyana* Round ex Round et al. 1990**

- Martyana martyi* (Hérib.) Round 1990 [1; 2; 3; 4]
Bas.: *Opephora martyi* Hérib. 1902;
Syn.: *Fragilaria mutabilis* f. *martyi* (Hérib.) Cleve-Euler 1932, *Fragilaria mutabilis* var. *intercedens* (Hérib.) Cleve-Euler 1932, *Fragilaria martyi* (Hérib.) Lange-Bert. 1993, *Staurosirella martyi* (Hérib.) E. Morales et Manoylov 2006

***Diatoma* Bory 1824**

- Diatoma hiemale* (Lyngb.) Heib. 1863 [4]
Bas.: *Fragilaria hiemalis* Lyngb. 1819;
Syn.: *Odontidium hyemale* (*hiemale*) (Lyngb.) Kütz. 1844
- D. tenue* C. Agardh 1824 [1; 2; 3; 4; 7]
Syn.: *Odontidium elongatum* var. *tenuis* (C. Agardh) R.M. Patrick 1939; *Odontidium tenue* (C. Agardh) Kuntze 1898; *Diatoma elongatum* var. *tenuis* (C. Agardh) Van Heurck 1885; *Diatoma elongatum* subsp. *tenuis* (C. Agardh) Skab. 1960
- D. vulgare* Bory 1831 [1; 2; 4; 7]
Syn.: *Neodiatoma vulgare* (Bory) Kuntze 1891; *Odontidium vulgare* (Bory) Pfitzer 1871
- D. vulgare* f. *breve* (Grunow) Bukht. 1995 [1; 2; 3; 4]
Bas.: *Diatoma vulgare* var. *breve* Grunow 1862;
Syn.: *Odontidium vulgare* var. *breve* (Grunow) Schaarschmidt 1880; *Odontidium vulgare* var. *brevis* (Grunow) R.M. Patrick 1939; *Diatoma vulgare* f. *brevis* (Grunow) Skab. 1960; *Diatoma vulgare* f. *brevis* (Grunow) Kurz 1922
- D. vulgare* f. *lineare* (Grunow ex Van Heurck) Bukht. 1995 [1; 2; 3]
Bas.: *Diatoma vulgare* var. *linearis* Grunow ex Van Heurck 1881;
Syn.: *Diatoma vulgare* f. *linearis* (Grunow ex Van Heurck) Hust. 1957; *Odontidium vulgare* var. *linearis* (Grunow ex Van Heurck) R.M. Patrick 1939; *Diatoma vulgare* f. *linearis* (Grunow) Skab. 1960
- D. vulgare* f. *subsalina* Proshk.-Lavr. 1963 [2; 4]
D. vulgare var. *productum* Grunow 1862 [2; 4]

***Meridion* C. Agardh 1824**

- M. circulare* (Grev.) C. Agardh 1831 [2]
Bas.: *Echinella circularis* Grev. 1823;
Syn.: *Exilaria circularis* (Grev.) C. Agardh 1831; *Exilaria circularia* (Grev.) Grev. 1827
- M. circulare* f. *constricta* (Ralfs) Cleve-Euler 1932 [2]
Bas.: *Meridion constrictum* Ralfs 1843;
Syn.: *Meridion circulare* var. *constrictum* (Ralfs) Brun 1880; *Meridion circulare* var. *constrictum* (Ralfs) Van Heurck 1881

***Synedra* Ehrenb. 1830**

- Synedra curvata* Proshk.-Lavr. 1951 [2; 4]

***Neosynedra* D.M. Williams et Round 1986**

- Neosynedra delicatissima* (Proshk.-Lavr.) Bukht. 2006 [1; 3; 4]
Bas.: *Fragilaria delicatissima* Proshk.-Lavr. 1960;
Syn.: *Neosynedra delicatissima* (Proshk.-Lavr.) Gusl. 1992
- N. provincialis* (Grunow) D.M. Williams et Round 1986 [4]
Bas.: *Synedra provincialis* Grunow 1877

***Tabularia* (Kütz.) D.M. Williams et Round 1986**

- Tabularia fasciculata* (C. Agardh) D.M. Williams et Round 1986 [4; 7]
Bas.: *Diatoma fasciculata* C. Agardh 1812;
Syn.: *Exilaria fasciculata* (C. Agardh) Grev. 1827; *Ctenophora pulchella* var. *fasciculata* (C. Agardh ex specim. Kütz.) Schönf.. 1907; *Fragilaria fasciculata* (C. Agardh) Lange-Bert. 1980
- T. gaillonii* (Bory) Bukht. 1995 [1; 2; 3; 4; 6]
Bas.: *Navicula gaillonii* Bory 1824;
Syn.: *Synedra gaillonii* (Bory) Ehrenb. 1830; *Catacombas gaillonii* (Bory) D.M. Williams et Round 1986; *Fragilaria gaillonii* (Bory) Lange-Bert. 1980
- T. parva* (Kütz.) D.M. Williams et Round 1986 [1; 2; 4]
Bas.: *Synedra parva* Kütz. 1849;
Syn.: *S. tabulata* var. *parva* (Kütz.) Hust. 1932, *Fragilaria tabulata* var. *parva* (Kütz.) Lange-Bert. 1980
- T. tabulata* (C. Agardh) P.J.M. Snoeijs 1992 [1; 2; 3; 5; 6]
Bas.: *Diatoma tabulatum* C. Agardh 1832;
Syn.: *Synedra tabulata* (C. Agardh) Kütz. 1844; *Fragilaria tabulata* (C. Agardh) Lange-Bert. 1980

***Opephora* P. Petit 1888**

- Opephora krumbeinii* Witkowski, Witak et Stachura 1999* [6]
O. marina (W. Greg.) P. Petit 1888 [1; 2; 3; 4; 6; 7]
Bas.: *Meridion marinum* W. Greg. 1857

- O. minuta* (Cleve-Euler) Witkowski, Lange-Bert. et Metzeltin 2000* [7]
Bas.: *Opephora marina* var. *minuta* Cleve-Euler 1953
- O. mutabilis* (Grunow) Sabbe et Vyverman 1995* [6; 7]
Bas.: *Sceptroneis mutabilis* Grunow ex Cleve et J.D. Möller 1879;
Syn.: *Opephora olsenii* M. Møller 1950,
- O. pacifica* (Grunow) P. Petit 1988* [6; 7]
Bas.: *Fragilaria pacifica* Grunow 1862;
Syn.: *Grunowiella pacifica* (Grunow) F.W. Mills 1934; *Sceptroneis pacifica* (Grunow) Elmore 1921

***Falcula* M. Voigt 1960**

- Falcula media* var. *subsalina* Proshk.-Lavr. 1963 [4]

***Pteroncola* R.W. Holmes et Croll 1984**

- Pteroncola hyalina* (Kütz.) Gusl. 1992 [3; 4]
Bas.: *Diatoma hyalinum* Kütz. 1844;
Syn.: *Fragilaria hyalina* (Kütz.) Grunow 1862

***Ulnaria* (Kütz.) Compère 2001**

- Ulnaria acus* (Kütz.) Aboal 2003 [2]
Bas.: *Synedra acus* Kütz. 1844;
Syn.: *Fragilaria ulna* var. *acus* (Kütz.) Lange-Bert. 1980
- U. biceps* (Kütz.) Compère 2001 [2]
Bas.: *Synedra biceps* Kütz. 1844;
Syn.: *Synedra ulna* var. *biceps* (Kütz.) Schönf. 1913; *Synedra ulna* f. *biceps* (Kütz.) Hust. 1957; *Synedra ulna* f. *biceps* (Kütz.) Skab. 1960
- U. contracta* (Østrup) E. Morales et M.L. Vis 2007 [2]
Bas.: *Synedra ulna* var. *contracta* Østrup 1901;
Syn.: *Fragilaria ulna* var. *contracta* (Østrup) Main 1988
- U. delicatissima* (Grunow) Aboal et P.C. Silva 2004 [2]
Bas.: *Synedra delicatissima* var. *angustissima* Grunow ex Van Heurck 1881;
Syn.: *Synedra acus* var. *angustissima* Grunow; *Fragilaria delicatissima* var. *angustissima* (Grunow) Lange-Bert. 1980
- U. ulna* (Nitzsch) Compère 2001 [2; 3; 4]
Bas.: *Bacillaria ulna* Nitzsch 1817;
Syn.: *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenb. 1832; *Frustulia ulna* (Nitzsch) C. Agardh 1831; *Fragilaria ulna* (Nitzsch) Lange-Bert. 1980

***Eunotia* Ehrenb. 1837**

- Eunotia* sp.1 [6]

LICMOPHORALES Round 1990

Licmophoraceae Kütz. 1844

***Licmophora* C. Agardh 1827**

- Licmophora abbreviata* C. Agardh 1831 [1; 2; 3; 4; 7]
L. communis (Heib.) Grunow 1881 [3; 4]
Bas.: *Podosphenia communis* Heiberg 1863
L. dalmatica (Kütz.) Grunow 1867 [1; 3; 4]
Bas.: *Rhipidophora dalmatica* Kütz. 1844;
L. debilis (Kütz.) Grunow 1881 [4]
Bas.: *Podosphenia debilis* Kütz. 1844
L. ehrenbergii (Kütz.) Grunow 1867 [1; 2; 3; 4; 5]
Bas.: *Podosphenia ehrenbergii* Kütz. 1844
L. ehrenbergii var. *ovata* (W. Sm.) Van Heurck 1896 [1]
Bas.: *Podosphenia ovata* W. Sm. 1853;
Syn.: *Licmophora ehrenbergii* var. *ovata* (W. Sm.) Grunow ex Van Heurck 1881; *Licmophora ovata* (W. Sm.) Grunow 1867
L. flabellata (Carmichael ex Grev.) C. Agardh 1831 emend Sar et Ferrario 1990 [1; 2; 4]
Bas.: *Exilaria flabellata* Carmichael ex Grev. 1826;
Syn.: *Exilaria flabellata* Grev. 1827, *Exilaria flabellata* Ehrenb. 1832;
Echinella flabellata Ehrenb. 1832
L. gracilis (Ehrenb.) Grunow 1867 [1; 2; 3; 4; 6]
Bas.: *Podosphenia gracilis* Ehrenb. 1838;
Syn.: *Licmophora gracilis* f. *elongata* (Kütz.) Grunow 1867, *Licmophora gracilis* var. *genuina* Cleve-Euler 1953
L. gracilis var. *anglica* (Kütz.) H. Perag. 1901 [1; 2; 4]
Bas.: *Rhipidophora anglica* Kütz. 1844;
Syn.: *Licmophora anglica* (Kütz.) Grunow ex Van Heurck 1881
L. grandis (Kütz.) Grunow ex Van Heurck 1881 [3; 4]
Bas.: *Rhipidophora grandis* Kütz. 1844;
Syn.: *Licmophora gracilis* f. *grandis* (Kütz.) Grunow 1867
L. hastata Mereschk. 1901 [2; 3; 4]
L. hastata f. *clavata* Proshk.-Lavr. 1963 [2; 4]
Syn.: *Licmophora hastata* var. *clavata* Mereschk. 1901
L. juergensii C. Agardh 1831 [1]
Syn.: *Podosphenia juergensii* (C. Agardh) Kütz. 1844; *Licmophora dubia* (Grunow ex Van Heurck) Mereschk. 1901
L. nubecula (Kütz.) Grunow 1878 [4]
Bas.: *Rhipidophora nubecula* Kütz. 1844;
Syn.: *Licmophora paradoxa* var. *nubecula* (Kütz.) Grunow ex Van Heurck 1881; *Licmophora tinctoria* var. *nubecula* (Kütz.) Cleve-Euler 1953
L. oedipus (Kütz.) Grunow ex Van Heurck 1881 [4]
Bas.: *Rhipidophora oedipus* Kütz. 1844;

- Syn.: *Licmophora juergensii* var. *oedipus* (Kütz.) H. Perag. et Perag. 1901
L. ovulum Mereschk. 1902 [3; 4]
L. paradoxa (Lyngb.) C. Agardh 1828-1836 [1; 2; 3; 4]
Bas.: *Licmophora paradoxa* Lyngb.;
Syn.: *Gomphonema paradoxum* C. Agardh,
L. paradoxa var. *crystallina* (Kütz.) Grunow ex Van Heurck 1881 [1]
Bas.: *Rhipidophora crystallina* Kütz. 1844;
Syn.: *Podosphenia crystallina* (Kütz.) Rabenh. 1864;
L. paradoxa var. *tincta* (C. Agardh) Hust. 1931 [1]
Bas.: *Gomphonema tinctum* C. Agardh 1831;
Syn.: *Licmophora tincta* (C. Agardh) Grunow 1867
L. reichardtii Grunow ex Van Heurck 1881 [1]

RHAPHONEIDALES Round 1990

Rhaphoneidaceae Forti 1912

***Rhaphoneis* Ehrenb. 1844**

Rhaphoneis sp.1 [6]

***Delphineis* G.W. Andrews 1977**

Delphineis minutissima (Hust.) Simonsen 1987* [6; 7]

Bas.: *Rhaphoneis minutissima* Hust. 1939

Psammodiscaceae Round et D.G. Mann 1980

***Psammodiscus* Round et D.G. Mann 1980**

Psammodiscus nitidus (W. Greg.) Round et D.G. Mann 1980 [1; 2; 3; 6]

Bas.: *Coscinodiscus nitidus* W. Greg. 1857

ARDISSONEALES Round 1990

Ardissoneaceae Round 1990

***Ardissonea* De Not. ex De Not. et Bagl. 1870**

Ardissonea baculus (W. Greg.) Grunow 1880 [1; 2; 3; 4; 5; 6]

Bas.: *Synedra baculus* W. Greg. 1857

A. crystallina (C. Agardh) Grunow 1880 [1; 2; 3; 4]

Bas.: *Diatoma crystallinum* C. Agardh 1824;

Syn.: *Synedra crystallina* (C. Agardh) Kütz. 1844

TOXARIALES Round 1990

Toxariaceae Round 1990

***Toxarium* J.W. Bailey 1854**

Toxarium undulatum J.W. Bailey 1854 [2; 3; 4; 5; 6]

Syn.: *Synedra undulata* (J.W. Bailey) W. Sm. 1856

THALASSIONEMATALES Round 1990

Thalassionemataceae Round 1990

***Thalassionema* Grunow ex Mereschk. 1902**

Thalassionema nitzschioides (Grunow) Mereschk. 1902 [2; 3; 4; 5; 6]

Bas.: *Synedra nitzschioides* Grunow 1862;

Syn.: *Thalassiothrix nitzschioides* (Grunow) Grunow ex Van Heurck 1881

RHABDONEMATALES Round et R.M. Crawford 1990

Rhabdonemataceae Round et R.M. Crawford 1990

***Rhabdonema* Kütz. 1844**

Rhabdonema adriaticum Kütz. 1844 [1; 2; 3; 4; 5; 6]

Syn.: *Tessella adriatica* (Kütz.) A. Mann 1907

R. arcuatum (Lyngb.) Kütz. 1844 [3; 5]

R. arcuatum var. *ventricosa* Cleve 1873 [5]

STRIATELLALES Round 1990

Striatellaceae Kütz. 1844

***Striatella* C. Agardh 1832**

Striatella unipunctata (Lyngb.) C. Agardh 1832 [1; 2; 3; 4]

Bas.: *Fragilaria unipunctata* Lyngb. 1819;

Syn.: *Diatoma unipunctatum* (Lyngb.) C. Agardh 1824

***Hyalosira* Kütz. 1844**

Hyalosira aberrans (Giffen) J.N. Navarro* [6]

Bas.: *Striatella aberrans* Giffen 1976

H. interrupta (Ehrenb.) J.N. Navarro 1991 [2; 3; 4]

Bas.: *Tessella interrupta* Ehrenb. 1838;

Syn.: *Striatella interrupta* (Ehrenb.) Heiberg 1862, *Microtabella interrupta* (Ehrenb.) Round ex Round et al. 1990

***Microtabella* Round ex Round et al. 1990**

Microtabella delicatula (Kütz.) Round ex Round et al. 1990 [2; 3; 4]

Bas.: *Hyalosira delicatula* Kütz. 1844;

Syn.: *Striatella delicatula* (Kütz.) Grunow ex Van Heurck 1881

***Grammatophora* Ehrenb. 1840**

Grammatophora angulosa Ehrenb. 1840 [1; 4]

G. angulosa var. *islandica* (Ehrenb.) Grunow 1881 [1]

Bas.: *Grammatophora islandica* Ehrenb. 1843

G. hamulifera Kütz. 1843 [1]

Syn.: *Grammatophora angulosa* var. *hamulifera* (Kütz.) Grunow 1862;

G. marina (Lyngb.) Kütz. 1844 [1; 2; 3; 4; 5; 6]

Bas.: *Diatoma marinum* Lyngb. 1819;

- Syn.: *Grammatophora mexicana* Ehrenb.
G. oceanica Ehrenb. 1840 [1; 2; 4; 6; 7]
G. serpentina (Ralfs) Ehrenb. 1844 [1; 2; 3; 4; 5; 6]
Bas.: *Striatella taeniaeformis* var. *serpentina* Ralfs 1843

CLIMACOSPHENIALES Round 1990

Climacospheniaceae Round 1990

***Climacosphenia* Ehrenb. 1843**

- Climacosphenia moniligera* Ehrenb. 1843 [1; 3; 4]

CLASS BACILLARIOPHYCEAE

LYRELLALES D.G. Mann ex Round et al. 1990

Lyrellaceae D.G. Mann ex Round et al. 1990

***Lyrella* Karayeva 1978**

- Lyrella abrupta* (W. Greg.) D.G. Mann ex Round et al. 1990 [1; 2; 3; 4]
Bas.: *Navicula lyra* var. *abrupta* W. Greg. 1857;
Syn.: *Navicula abrupta* Donkin 1870; *Lyrella abrupta* (Donkin) Gusl. et Karayeva ex Gusl. et al. 1992 (nom. invalid)
L. approximata (Grev.) D.G. Mann ex Round et al. 1990 [1]
Bas.: *Navicula approximata* Grev. 1859;
Syn.: *Navicula lyra* var. *approximata* (Grev.) Cleve 1878
L. atlantica (A.W.F. Schmidt) D.G. Mann ex Round et al. 1990 [2; 3; 4]
Bas.: *Navicula lyra* var. *atlantica* A.W.F. Schmidt ex A.W.F. Schmidt et al. 1874;
Syn.: *Navicula atlantica* (A.W.F. Schmidt) H. Perag. et Perag. 1897
L. circumsecta (Grunow ex A.W.F. Schmidt et al.) D.G. Mann ex Round et al. 1990 [5]
Bas.: *Navicula polysticta* var. *circumsecta* Grunow ex A.W.F. Schmidt et al. 1874;
Syn.: *Navicula circumsecta* (Grunow ex A.W.F. Schmidt et al.) Grunow ex Cleve et Grunow 1880
L. clavata (W. Greg.) D.G. Mann ex Round et al. 1990 [2; 6]
Bas.: *Navicula clavata* W. Greg. 1856;
Syn.: *Navicula hennedyi* var. *clavata* (W. Greg.) Van Heurck 1885
L. clavata f. *elongata* (H. Perag.) Ryabushko 2006 [1]
Bas.: *Navicula clavata* f. *elongata* H. Perag. 1897-1908;
Syn.: *Navicula clavata* f. *elongata* (H. Perag.) Hust. 1964
L. hennedyi (W. Sm.) A. Stickle et D.G. Mann ex Round et al. 1990 [1; 2; 3; 4; 5; 6]
Bas.: *Navicula hennedyi* W. Sm. 1856
L. hennedyi f. *cuneata* (A.W.F. Schmidt) Ryabushko 2006 [1]
Bas.: *Navicula hennedyi* var. *cuneata* A.W.F. Schmidt ex A.W.F. Schmidt et al. 1874;
Syn.: *Navicula hennedyi* f. *cuneata* (A.W.F. Schmidt) Hust. 1961-1966

- L. hennedyi* var. *neapolitana* (Cleve) Ryabushko 2006 [1; 4; 5]
Bas.: *Navicula hennedyi* var. *neapolitana* Cleve 1895;
Syn.: *Lyrella hennedyi* var. *neapolitana* (Cleve) Gusl. et Karayeva 2002 (nom. invalid)
- L. karayevae* Nevrova, Witkowski, Kulikovskiy et Lange-Bert. 2013*** [6]
- L. lyra* (Ehrenb.) Karayeva 1978 [1; 2; 4]
Bas.: *Navicula lyra* Ehrenb. 1841;
Syn.: *Navicula lyra* var. *ehrenbergii* Cleve 1895; *Navicula lyra* f. *typica* Hust. ex A.W.F. Schmidt et al. 1874–1959; *Lyrella lyra* var. *ehrenbergii* (Cleve) Gusl. et Karayeva 2002 (nom. invalid); *Lyrella lyra* f. *typica* (Hust.) Ryabushko 2006 (nom. invalid)
- L. lyroides* (Hendey) D.G. Mann ex Round et al. 1990 [1; 2; 3; 4; 5; 6]
Bas.: *Navicula lyroides* Hendey 1958;
Syn.: *Navicula lyra* var. *elliptica* A.W.F. Schmidt 1874a, non A.W.F. Schmidt et al. 1874–1950 nec H. Perag. et Perag. 1897–1908 nec Hendey 1951 nec Cleve-Euler 1953; *Navicula elliptica* W. Sm. 1853 (pro parte); *Navicula lyra* var. *intermedia* H. Perag. et Perag. 1897–1908; *Navicula lyra* var. *intermedia* A.W.F. Schmidt et al. 1874–1950; *Navicula robertsiana* var. *recta* Amossé 1924; *Navicula lyra* (Ehrenb.) Brockmann 1950; *Lyrella lyra* var. *elliptica* (A.W.F. Schmidt) Gusl. et Karayeva 1992 (nom. invalid); *Lyrella lyroides* (Hendey) Ryabushko 1991 (comb. invalid)
- L. perplexa* (H. Perag. et Perag.) Ryabushko 2006 [5]
Bas.: *Navicula perplexa* H. Perag. et Perag. 1897–1908
- L. rudiformis* (Hust.) Nevrova, Witkowski, Kulikovskiy et Lange-Bert. 2013 [3; 4; 6]
Bas.: *Navicula rudiformis* Hust. 1964;
Syn.: *Lyrella rudiformis* (Hust.) Gusl. et Karayeva 1992 (nom. invalid)
- L. ruppelii* Nevrova, Witkowski, Kulikovskiy et Lange-Bert. 2013*** [6]
- L. septata* (Proshk.-Lavr.) Gusl. et Karaeva 2002 (nom. invalid) [3; 4]
Bas.: *Navicula septata* Proshkina-Lavrenko 1963;
Replacement name: *Navicula septifera* Proshkina-Lavrenko 1967
- L. spectabilis* (W. Greg.) D.G. Mann ex Round et al. [1; 2; 3; 4; 5]
Bas.: *Navicula spectabilis* W. Greg. 1857

***Petroneis* A. Stickle et D.G. Mann ex Round et al. 1990**

- Petroneis humerosa* (Bréb. ex W. Sm.) A. Stickle et D.G. Mann ex Round et al. 1990 [1; 2; 3; 4; 6; 7]
Bas.: *Navicula humerosa* Bréb. ex W. Sm. 1956

MASTOGLOIALES D.G. Mann ex Round et al. 1990

Mastogloiaceae Mereschk. 1903

***Mastogloia* Thw. ex W. Sm. 1856**

- Mastogloia angulata* F.W. Lewis 1861 [2; 3]
M. baldjikiana Grunow 1893 [3]
M. binotata (Grunow) Cleve 1895 [2; 3]
 Bas.: *Cocconeis binotata* Grunow 1863
M. biocellata (Grunow) Novarino et Muftah 1991 [3]
 Bas.: *Mastogloia erythraea* var. *biocellata* Grunow 1877
M. braunii Grunow 1863 [2; 3; 4]
M. crucicula (Grunow) Cleve 1895 [3]
 Bas.: *Orthoneis crucicula* Grunow 1877
M. erythraea Grunow 1860 [3]
M. labuensis Cleve 1893 [3]
M. lanceolata Thwaites ex W. Sm. 1856 [3]
M. ovulum Hust. 1933 [3; 4]
M. paradoxa Grunow 1895 [2; 3; 4]
M. pumila (Cleve et J.D. Möller) Cleve 1895 [3; 4; 7]
 Bas.: *Mastogloia braunii* var. *pumila* Grunow 1953
M. pusilla Grunow 1878 [1; 2; 3; 4]
M. pusilla var. *linearis* Østrup 1910 [1]
M. pusilla var. *subrhombica* Proshk.-Lavr. 1963 [3]
M. smithii Thwaites 1856 [1; 2; 3; 4]
M. tenera Hust. 1933 [3; 4]

CYMBELLALES D.G. Mann ex Round et al. 1990

Rhoicospheniaceae J.Y. Chen et H.Z. Zhu 1983

***Rhoicosphenia* Grunow 1860**

- Rhoicosphenia abbreviata* (C. Agardh) Lange-Bert. 1980 [1; 2; 3; 4; 5; 7]
 Bas.: *Gomphonema abbreviatum* C. Agardh;
 Syn.: *Rhoicosphenia curvata* (Kütz.) Grunow 1860, *Rhoicosphenia marina*
 (W. Sm.) M. Schmidt ex A.W.F. Schmidt et al. 1899

***Gomphonemopsis* Medlin ex Medlin et Round 1986**

- Gomphonemopsis domniciae* (Gusl.) Gusl. 1992 [3; 4]
 Bas.: *Gomphonema domniciae* Gusl. 1981

Anomoeoneidaceae D.G. Mann ex Round et al. 1990

***Anomoeoneis* Pfitzer 1871**

- Anomoeoneis sphaerophora* (Ehrenb.) Pfitzer 1871 [4]
 Syn.: *Navicula sphaerophora* Kütz. 1844; *Navicula amphisbaena* var.
 sphaerophora (Kütz.) Rabenh. 1847

Staurophora Mereschk. 1903

- Staurophora salina* (W. Sm.) Mereschk. 1903 [1; 3; 4]
Bas.: *Stauroneis salina* W. Sm. 1853;
Syn.: *Navicula salina* (W. Sm.) Schütt 1896; *Stauroneis salina* var.
smithii Cleve-Euler
St. wislouchii (V.S. Poretzky et Anisimova) D.G. Mann ex Round et al. 1990 [4]
Bas.: *Stauroneis wislouchii* V.S. Poretzky et Anisimova 1933

Cymbellaceae Grev. 1833

Placoneis Mereschk. 1903

- Placoneis dicephala* Mereschk. 1903 [2]
P. elginensis (W. Greg.) E.J. Cox 1987 [2; 4]
Bas.: *Pinnularia elginensis* W. Greg. 1856;
Syn.: *Navicula elginensis* (W. Greg.) Ralfs ex A. Pritch. 1861; *Placoneis*
dicephala var. *elginensis* (W. Greg.) Mereschk. 1903
P. elginensis f. *exigua* (W. Greg.) Bukht. 1995 [2; 4]
Bas.: *Pinnularia exigua* W. Greg. 1854;
Syn.: *Placoneis exigua* (W. Greg.) Mereschk. 1903, *Navicula gastrum*
var. *exigua* (W. Greg.) Grunow 1880; *Placoneis gastrum* var. *exigua*
(W. Greg.) Mereschk. 1903; *Navicula exigua* (W. Greg.) Grunow ex Van
Heurck 1880
P. placentula (Ehrenb.) Mereschk. 1903 [2; 4]
Bas.: *Pinnularia placentula* Ehrenb. 1843;
Syn.: *Navicula gastrum* var. *placentula* (Ehrenb.) Van Heurck 1885;
Navicula placentula (Ehrenb.) Kütz. 1844; *Navicula gastrum* var.
placentula (Ehrenb.) A. Mann 1893
P. placentula f. *rostrata* (Mayer) Bukht. 1995 [1; 2]
Bas.: *Navicula placentula* var. *rostrata* Mayer 1918;
Syn.: *Navicula placentula* f. *rostrata* (Mayer) Hust. 1930

Cymbella C. Agardh 1830

- Cymbella affinis* Kütz. 1844 [1; 2; 4]
C. angusta (W. Greg.) Gusl. 1992 [1; 2; 3; 4; 5]
Bas.: *Amphora angusta* W. Greg. 1857
C. angusta var. *kujalnitzkensis* Gusl. et Gerasimiuk 1992 [3]
C. aspera (Ehrenb.) Cleve 1894 [2]
Bas.: *Cocconema asperum* Ehrenb. 1840;
Syn.: *Cymbella lanceolatum* var. *aspera* (Ehrenb.) Brun 1880
C. cistula (Hemprich ex Hemprich et Ehrenb.) Kirchner 1878 [1; 2; 3; 4]
Bas.: *Bacillaria cistula* Ehrenb. ex Hemprich et Ehrenb. 1828
C. cymbiformis C. Agardh 1830 [3; 4]
C. helvetica Kütz. 1844 [3; 4]

- Syn.: *Cocconema helvetica* (Kütz.) A.W.F. Schmidt ex A.W.F. Schmidt et al. 1881; *Cocconema helveticum* (Kütz.) Cleve et Grunow 1880; *Cymbella gastroides* var. *helvetica* (Kütz.) Rabenh. 1864
- C. lanceolata* (C. Agardh) Kirch. 1878 [1; 2; 3]
Bas.: *Gomphonema lanceolatum* C. Agardh 1831;
Syn.: *Cocconema lanceolatum* (C. Agardh) Ehrenb. 1838; *Cymbella lanceolata* (C. Agardh) Van Heurck 1881; *Brebissonia lanceolata* (C. Agardh) Mahoney et Reimer 1986
- C. navicula* Skvortzow 1937 [2]
Syn.: *Cymbella problematica* VanLand. 1969; *Cymbopleura problematica* (Van Land.) Krammer 2003
- C. odessana* Gusl. 1992 [3; 4]
- C. parva* (W. Sm.) Kirchn. 1878 [1]
Bas.: *Cocconema parvum* W. Sm. 1853;
Syn.: *Cocconema cymbiforme* var. *parvum* (W. Sm.) Cleve 1880; *Cymbella cymbiformis* var. *parva* (W. Sm.) Van Heurck 1885
- C. prostrata* (Berk.) Cleve 1894 [1; 3; 4]
Bas.: *Monema prostratum* Berk. 1833;
Syn.: *Cymbella prostrata* (Berk.) Grun 1880
- C. tumida* (Bréb. ex Kütz.) Van Heurck 1880 [2; 3; 4]
Bas.: *Cocconema tumidum* Bréb. ex Kütz. 1849

Brebissonia Grunow 1860

- Brebissonia boeckii* (Ehrenb.) O'Meara 1875 [3; 4]
Bas.: *Cocconema boeckii* Ehrenb. 1835;
Syn.: *Navicula boeckii* (Ehrenb.) Heib. 1863; *Raphoneis boeckii* (Ehrenb.) L.W. Bailey 1910

Encyonema Kütz. 1833

- Encyonema caespitosum* Kütz. 1849 [4; 6]
Syn.: *Cymbella caespitosa* (Kütz.) Brun 1880; *Cymbella caespitosa* (Kütz.) Schutt 1896; *Cymbella ventricosa* var. *caespitosa* (Kütz.) Dippel 1905; *Cymbella turgida* var. *caespitosa* Kütz. sensu A. Cleve 1932; *Cymbella prostrata* var. *caespitosa* (Kütz.) Foged 1974
- E. elginense* (Krammer) D.G. Mann ex Round et al. 1990 [1; 2; 3]
Bas.: *Cymbella elginensis* Krammer 1980, new name for *Cymbella turgida* W. Greg. 1856, non *Cymbella turgida* (Ehrenb.) Hassall 1854;
Syn.: *Encyonema turgidum* (W. Greg.) Grunow ex A.W.F. Schmidt et al. 1875
- E. minutum* (Hilse ex Rabenh.) D.G. Mann ex Round et al. 1990 [1; 2; 4]
Bas.: *Cymbella minuta* Hilse ex Rabenh. 1862;
Syn.: *Encyonema gracilis* var. *minuta* (Hilse) Rabenh. 1924
- E. paradoxum* Kütz. 1944 [1; 3; 4]

***Encyonopsis* Krammer 1997**

Encyonopsis microcephala (Grunow) Krammer 1997* [6]

Bas.: *Cymbella microcephala* Grunow ex Van Heurck 1880-1885

***Cymboppleura* (Krammer) Krammer 1997**

Cymboppleura amphicephala (Nägeli) Krammer 2003 [2]

Bas.: *Cymbella amphicephala* Nägeli ex Kütz. 1849

***Navicymbula* Krammer 2003**

Navicymbula pusilla (Grunow ex A.W.F. Schmidt) Krammer 2003* [1; 4; 7]

Bas.: *Cymbella pusilla* Grunow ex A.W.F. Schmidt et al. 1875

Syn.: *Cocconema pusilla* (Grunow ex A.W.F. Schmidt et al.) West et

G.S. West 1911; *Navicella pusilla* (Grunow ex A.W.F. Schmidt et al)

Krammer 1997; *Seminavis pusilla* (Grunow) E.J. Cox et G. Reid 2004

Gomphonemataceae Kütz. 1844

***Gomphonema* Ehrenb. 1832**

Gomphonema acuminatum Ehrenb. 1832 [1; 3; 4]

G. angustatum (Kütz.) Rabenh. 1864 [2; 4]

Bas.: *Sphenella angustata* Kütz. 1844

G. augur Ehrenb. 1840 [2; 4]

G. parvulum (Kütz.) Kütz. 1849 [1; 2; 3; 4]

Bas.: *Sphenella parvula* Kütz. 1844;

Syn.: *Gomphonema lagenula* Kütz. 1844, *Gomphonella parvula* (Kütz.)

Rabenh. 1853

G. parvulum var. *subelliptica* Cleve 1894 [2; 4]

G. productum (Grunow) Lange-Bert. et Reichardt ex Krammer et Lange-Bert. 1991 [2]

Bas.: *Gomphonema angustatum* var. *productum* Grunow 1880

G. salinarum (Pant.) Cleve 1894 [1]

Bas.: *Gomphonema olivaceum* var. *salinarum* Pant. 1889

Gomphonema constrictum var. *truncatum* (Ehrenb.) Gutwinski 1887 [3; 4]

Bas.: *Gomphonema truncatum* Ehrenb. 1832

***Gomphoneis* Cleve 1894**

Gomphoneis olivaceum (Hornemann) P. Dawson ex R. Ross et P.A. Sims 1978 [2; 3; 4]

Bas.: *Ulva olivacea* Hornemann 1806;

Syn.: *Gomphonema olivaceum* (Hornemann) Ehrenb. 1838

***Reimeria* Kociolek et Stoermer 1987**

R. sinuata (W. Greg.) Kociolek et Stoermer 1987 [2]

Bas.: *Cymbella sinuata* W. Greg. 1856;

- Syn.: *Reimeria sinuata* (W. Greg.) Kociolek et Stoermer emend Sala, Guerrero et Ferrario 1993
Reimeria sinuata f. *ovata* (Hust.) Bukht. 1999 [2]
Bas.: *Cymbella sinuata* var. *ovata* Hust. 1922;
Syn.: *Cymbella sinuata* var. *ovata* (Hust.) Cleve-Euler 1955; *Reimeria sinuata* f. *ovata* (Hust.) Hartley 1996; *Reimeria ovata* (Hust.) Levkov et Ector 2010

ACHNANTHALES P.C. Silva 1962

Achnanthaceae Kütz. 1844

***Achnanthes* Bory 1822**

- Achnanthes angustata* (Grev.) Cleve 1895 [1]
Bas.: *Achnanthes angustata* Grev. 1859
A. bacescui Bodeanu 1976 [2]
A. brevipes C. Agardh 1824 [1; 2; 3; 4; 6; 7]
Syn.: *Achnanthidium brevipes* (C. Agardh) Cleve 1895; *Achnantella brevipes* (C. Agardh) Gaillon 1833; *Achnanthidium brevipes* (C. Agardh) Heib. 1863
A. brevipes var. *intermedia* (Kütz.) Cleve 1895 [1; 2; 4]
Bas.: *Achnanthes intermedia* Kütz. 1833;
Syn.: *Achnanthidium brevipes* var. *intermedia* (Kütz.) VanLand. 1967
A. brockmannii Hust. 1959 [6]
Syn.: *Achnanthes danica* „Flögel“ sensu Schulz 1926; *Achnanthes schulzi* Brockmann 1954 non *Achnanthes schulzii* Cleve-Euler 1932;
Achnanthes danica (Flögel) Grunow ex Cleve et Grunow 1880 [1]
Bas.: *Cocconeis danica* Flögel 1873;
Syn.: *Actinoneis danica* (Flögel) Cleve 1895
A. cf. lutheri Hust. 1933* [7]
A. fimbriata (Grunow) R. Ross 1963 [1; 2; 3; 4; 6]
Bas.: *Schizostauron fimbriatum* Grunow 1867;
Syn.: *Achnanthes manifera* Brun 1895; *Achnanthes stroemii* Hust. 1933; *Achnanthes heteropsis* Grunow ex Cleve et J.D. Möller 1878; *Navicula fimbriata* (Grunow) Cleve et J.D. Möller 1878
A. groenlandica (Cleve) Grunow ex Cleve et Grunow 1880 [4]
Bas.: *Achnanthidium groenlandicum* Cleve 1873;
Syn.: *Achnantheptyla groenlandica* (Cleve) Perag. 1921
A. hungarica (Grunow) Grunow 1880 [3]
Bas.: *Achnanthidium hungaricum* Grunow 1863;
Syn.: *Microneis hungarica* (Grunow) Cleve 1895; *Cocconeis hungarica* (Grunow) Schönf. 1907; *Microneis hungarica* (Grunow) Meister 1912; *Lemnicola hungarica* (Grunow) Round et Basson 1997
A. longipes C. Agardh 1824 [1; 2; 3; 4; 5; 6]
A. lorenziana (Grunow) Cleve 1895 [1]

- Bas.: *Rhaphoneis lorenziana* Grunow 1862;
Syn.: *Achnanthes baldjickii* subsp. *lorenziana* (Grunow) R. Ross 1963;
Achnantheidium lorenziana (Grunow) Grunow ex A.W.F. Schmidt et al.
1895; *Actinoneis lorenziana* (Grunow) Mereshk. 1902; *Cocconeis*
lorenziana (Grunow) H. Perag. 1888
A. lyrata Proshk.-Lavr. 1961 [2; 3; 4; 7]
A. mirabilis Proshk.-Lavr. 1955 [4]
A. parvula Kütz. 1844 [1; 4]
Syn.: *Achnanthes brevipes* var. *parvula* (Kütz.) Cleve 1895;
Achnantheidium brevipes var. *parvulum* (Kütz.) VanLand. 1967;
Achnantheidium brevipes var. *parvulum* (Kütz.) Mereschk. 1901
A. pinnata Hust. 1922 [3; 4]
A. placentuloides (Gusl.) Witkowski, Lange-Bert. et Metzeltin 2000 [3; 4; 6]
Bas.: *Cocconeis placentuloides* Gusl. 1992
A. pseudogroenlandica Hendey 1964 [3; 4; 5]
Achnanthes sp.PHYL1 [6]
Achnanthes sp.PHYL2 [6]
Achnanthes sp.PHYL3 [6]

Karayevia Round et Bukht. ex Round 1998

- Karayevia amoena* (Hust.) Bukht. 2006 [3; 4]
Bas.: *Achnanthes amoena* Hust. 1952;
Syn.: *Achnanthes orientalis* Hust.1933, *Achnanthes triconfusa*
VanLand. 1967; *Kolbesia amoena* (Hust.) J.C. Kingston 2000

Astartiella Witkowski, Lange-Bert. et Metzeltin 1998

- Astartiella bahusiensis* (Grunow) Witkowski, Lange-Bert. et Metzeltin 1998* [6; 7]
Bas.: *Navicula minuscula* var. *bahusiensis* Grunow ex Van Heurck 1880;
Syn.: *Achnanthes bahusiensis* (Grunow) Lange-Bert. ex Lange-Bert. et
Krammer 1989; *Navicula bahusiensis* (Grunow) Cleve 1895

Planothidium Round et Bukht. 1996

- Planothidium delicatulum* (Kütz.) Round et Bukht. 1996 [3; 4; 6; 7]
Bas.: *Achnantheidium delicatulum* Kütz. 1844;
Syn.: *Achnanthes delicatula* (Kütz.) Brun 1880; *Achnanthes delicatula*
(Kütz.) Grunow 1880, *Achnantheiopsis delicatula* (Kütz.) Lange-Bert. 1997
Planothidium cf. *delicatulum* (Kütz.) Round et Bukht. 1996 [6]
P. deperditum (Giffen) Witkowski, Lange-Bert. et Metzeltin 2000* [6]
Bas.: *Cocconeis deperdita* Giffen 1975
P. dispar (Cleve) Witkowski, Metzeltin et Lange-Bert. 2000 [3; 4]
Bas.: *Achnanthes dispar* Cleve 1891;
Syn.: *Actinoneis dispar* (Cleve) Cleve 1895
P. hauckianum (Grunow) Round et Bukht. 2008 [1; 2]

- Bas.: *Achnanthes hauckiana* Grunow ex Cleve et Grunow 1880;
Syn.: *Microneis hauckiana* (Grunow) Cleve 1895; *Achnantheiopsis hauckiana* (Grunow) Lange-Bert. 1997; *Achnanthidium hauckianum* (Grunow) Czarn. 1994
- P. hauckianum* var. *rostratum* (Schulz ex Hust.) N.A. Andresen, E.F. Stoermer et R.G. Kreis, Jr. 2000 [2]
Bas.: *Achnanthes hauckiana* var. *rostrata* Schulz ex Hust. 1930;
Syn.: *Achnanthes delicatula* var. *rostrata* (Schulz ex Hust.) Cleve-Euler
- P. lanceolatum* (Bréb. ex Kütz.) Lange-Bert. 1999 [1; 2; 3; 4; 7]
Bas.: *Achnanthidium lanceolatum* Bréb. ex Kütz. 1846;
Syn.: *Achnanthes lanceolata* (Bréb. ex Kütz.) Grunow 1880; *Achnantheiopsis lanceolata* (Bréb. ex Kütz.) Lange-Bert. 1997; *Planothidium lanceolatum* (Bréb. ex Kütz.) Round et Bukht. 1996
- P. lanceolatum* f. *ventricosa* (Hust.) Bukht. 1999 [1]
Bas.: *Achnanthes lanceolata* var. *ventricosa* Hust. 1914;
Syn.: *Achnanthes lanceolata* f. *ventricosa* (Hust.) VanLand. 1967; *Microneis lanceolata* f. *ventricosa* (Hust.) Schulz 1928; *Achnanthidium lanceolatum* var. *ventricosum* (Hust.) V.S. Poretzky 1924
- P. quarnerensis* (Grunow) Witkowski, Lange-Bert. et Metzeltin 2000 [1; 3; 4; 6]
Bas.: *Rhaphoneis quarnerensis* Grunow 1862;
Syn.: *Cocconeis quarnerensis* (Grunow) A.W.F. Schmidt 1874; *Navicula ovulum* A.W.F. Schmidt; *Cocconeis clavigera* O'Meara
- P. rostratum* (Østrup) Lange-Bert. 1999 [2]
Bas.: *Achnanthes rostrata* Østrup 1902;
Syn.: *Achnanthes lanceolata* var. *rostrata* Schulz 1926; *Achnanthes haynaldii* var. *borussica* Cleve-Euler 1953; *Achnantheiopsis rostrata* (Østrup) Lange-Bert. 1997; *Planothidium rostratum* (Østrup) Round et Bukht. 1996
- Planothidium* sp.4PHYL [6]
Planothidium sp.5PHYL [6]

Cocconeidaceae Kütz. 1844

Cocconeis Ehrenb. 1837

- Cocconeis britannica* Nägeli ex Kütz. 1849* [6]
Syn.: *Pleuroneis britannica* (Nägeli ex Kütz.) Cleve 1895
- C. costata* W. Greg. 1855 [1; 3; 4; 5; 6]
Syn.: *Campyloneis costata* (W. Greg.) Lagerstedt 1876; *Pleuroneis costata* (W. Greg.) Cleve 1895
- C. dirupta* var. *flexella* (Janisch et Rabenh.) Grunow ex Van Heurck 1880 [3; 4]
Bas.: *Cocconeis flexella* Janisch et Rabenh. 1863
- C. disculus* (Schum.) Cleve ex Cleve et Jentzsch 1882 [3]
Bas.: *Navicula disculus* Schum. 1862
- C. distans* W. Greg. 1857 [1; 2; 3; 4; 5; 6]

- C. engelbrechtii* Cholnoky 1955 [3; 4]
C. euglypta Ehrenb. 1854 [1; 2; 3; 4; 6; 7]
Syn.: *Cocconeis placentula* var. *euglypta* (Ehrenb.) Grunow 1884;
Cocconeis lineata var. *euglypta* (Ehrenb.) Grunow ex Van Heurck 1880;
Cocconeis placentula var. *euglypta* (Ehrenb.) Cleve 1895; *Cocconeis placentula* f. *euglypta* (Ehrenb.) Hust. 1957
C. guttata Hust. et Aleem 1951* [6]
C. maxima (Grunow) H. Perag. et Perag. 1897 [2; 3; 4; 6]
Bas.: *Mastogloia maxima* Grunow ex litteris 1863; Syn.: *Cocconeis scutellum* var. *maxima* (Grunow) Cleve 1895
C. molesta Kütz. 1844 [3; 4]
Syn.: *Eucocconeis molesta* (Kütz.) Cleve 1895
C. molesta var. *crucifera* Grunow ex Van Heurck 1880 [4]
Syn.: *Eucocconeis molesta* var. *crucifer* (Grunow ex Van Heurck) Cleve 1895
C. notata P. Petit 1877 [2; 3; 4; 7]
Syn.: *Eucocconeis notata* (Petit) Cleve 1895
C. pediculus Ehrenb. 1838 [1; 2; 3; 4; 6; 7]
C. pellucida Grunow 1863 [4]
C. peltoides Hust. 1931* [6; 7]
C. placentula Ehrenb. 1838 [1; 2; 3; 4]
Syn.: *Cocconeis communis* var. *placentula* (Ehrenb.) Gutwinski 1887;
Cocconeis communis var. *placentula* (Ehrenb.) Kirchner 1878;
Cocconeis pediculus var. *placentula* (Ehrenb.) Grunow 1867;
Cocconeis communis f. *placentula* (Ehrenb.) Chmielewski 1885
C. placentula var. *intermedia* (Héríb. et Perag. ex Héríb.) Cleve 1895 [3; 4]
Syn.: *Cocconeis intermedia* Héríb. et Perag. ex Héríb. 1893; *Cocconeis rouxii* var. *intermedia* (Perag. et Héríb. ex Héríb.) Freng. 1936
C. placentula var. *lineata* (Ehrenb.) Cleve 1895 [2; 3; 4]
Bas.: *Cocconeis lineata* Ehrenb. 1843;
Syn.: *Cocconeis placentula* var. *lineata* (Ehrenb.) Van Heurck 1885;
Cocconeis placentula f. *lineata* (Ehrenb.) Hust. 1957
C. pseudocostata O.E. Romero 1996* [6]
C. pseudodebesii Proshk.-Lavr. 1963 [2; 3; 4]
C. pseudomarginata W. Greg. 1857 [3; 4]
Syn.: *Cocconeis pseudomarginata* A.W.F. Schmidt ex A.W.F. Schmidt et al. 1894
C. scutellum Ehrenb. 1838 [1; 2; 3; 4; 5; 6; 7]
C. scutellum var. *adjuncta* (A.W.F. Schmidt) H. Perag. et Perag. 1897 [1; 4]
Bas.: *Cocconeis adjuncta* A.W.F. Schmidt ex A.W.F. Schmidt et al. 1894
C. scutellum var. *minutissima* Grunow 1880 [2; 4]
Syn.: *Cocconeis scutellum* f. *minutissima* (Grunow ex Van Heurck) Cleve 1883
C. scutellum var. *parva* (Grunow) Cleve 1895 [1; 2; 4; 6]

- Bas.: *Cocconeis scutellum* f. *parva* Grunow ex Van Heurck 1880
C. stauroneiformis (Rabenh.) Okuno 1957 [3; 4]
Bas.: *Cocconeis scutellum* var. *stauroneiformis* Rabenh. 1864
Cocconeis sp.5W [6]
Cocconeis sp.10PHYL [6]
Cocconeis sp.11PHYL [6]
Cocconeis sp.7PH [6]

***Anorthoneis* Grunow 1868**

- Anorthoneis excentrica* (Donkin) Grunow 1867 [3; 4; 7]
Bas.: *Cocconeis excentrica* Donkin 1858;
Syn.: *Orthonais excentrica* (Donkin) H. Perag. et Perag. 1897-1908
A. hummii Hust. 1955 [3; 4; 7]

***Amphicocconeis* M. De Stefano et D. Marino 2003**

- Amphicocconeis disculoides* (Hust.) M. De Stefano et D. Marino 2002 [1; 6]
Bas.: *Cocconeis disculoides* Hust. 1955

Achnanthidiaceae D.G. Mann ex Round et al. 1990

***Achnanthidium* Kütz. 1844**

- Achnanthidium minutissimum* (Kütz.) Czarn. 1994 [2]
Bas.: *Achnanthes minutissima* Kütz. 1833;
Syn.: *Achnanthidium lanceolatum* f. *minutissima* (Kütz.) Tömösváry 1879; *Microneis minutissima* (Kütz.) Cleve 1895; *Cocconeis minutissima* (Kütz.) Schönf. 1907; *Microneis minutissima* (Kütz.) Meister 1912
Ach. minutissimum var. *affinis* (Grunow) Bukht. 1995 [4]
Bas.: *Achnanthes affinis* Grunow 1880;
Syn.: *Microneis affinis* (Grunow) Cleve 1895; *Actinoneis affinis* (Grunow) Hollerbakh et Krasavina 1971; *Achnanthidium affine* (Grunow) Czarn. 1994

NAVICULALES Bessey 1907 emend. D.G. Mann ex Round et al.

Berkeleyaceae D.G. Mann ex Round et al. 1990

***Parlibellus* E.J. Cox 1988**

- Parlibellus delognei* (Van Heurck) E.J. Cox 1988 [1; 2; 3; 4; 5]
Bas.: *Navicula delognei* Van Heurck 1880;
Syn.: *Navicula grevillei* (Agardh) Heiberg 1863, *Navicula grevilleana* Hendey 1964
P. delognei var. *pararhombica* (Proshk.-Lavr.) Ryabushko 2006 [2; 3; 4]
Bas.: *Navicula grevillei* var. *pararhombica* Proshk.-Lavr. 1963;
Syn.: *Navicula grevilleana* var. *pararhombica* (Proshk.-Lavr.) Gusl. et Gerasimuk 1992
P. delognei var. *remotiva* (Proshk.-Lavr.) Ryabushko 2006 [2; 3; 4]

- Bas.: *Navicula grevillei* var. *remotiva* Proshk.-Lavr. 1963;
Syn.: *Navicula grevilleana* var. *remotiva* (Proshk.-Lavr.) Gusl. et
Gerasimuk 1992
- P. hamulifer* (Grunow) E.J. Cox 1988 [1; 2]
Bas.: *Navicula hamulifera* Grunow ex Cleve et Grunow 1880;
Syn.: *Libellus hamuliferus* (Grunow ex Cleve et Grunow) De Toni 1890
- P. plicatus* (Donkin) E.J. Cox 1988 [1; 2; 3; 4]
Bas.: *Navicula plicata* Donkin 1872;
Syn.: *Navicula plicata* Bodeanu 1976; *Navicula hamulifera* var. *plicata*
Proshk.-Lavr. 1963
- P. protracta* (Grunow) Witkowski, Lange-Bert. et Metzeltin 2000 [1]
Bas.: *Navicula protracta* Grunow 1880

Berkeleya Grev. 1827

- Berkeleya micans* (Lyngb.) Grunow 1868 emend E.J. Cox 1979 [2; 3; 4]
Bas.: *Bangia micans* Lyngb. 1819;
Syn.: *Amphipleura micans* (Lyngb.) Cleve 1894
- B. rutilans* (Trentep. ex Roth) Grunow 1880 [1; 2; 3; 4; 5]
Bas.: *Conferva rutilans* Trentep. ex Roth 1806;
Syn.: *Bangia rutilans* (Roth) Lyngb. 1819; *Amphipleura rutilans*
(Trentepohl ex Roth) Cleve 1894
- B. scopulorum* (Bréb.) E.J. Cox 1979 [1; 2; 3; 4]
Bas.: *Navicula scopulorum* Bréb. ex Kütz. 1849;
Syn.: *Okedenia scopulorum* (Bréb. ex Kütz.) Mereschk. 1901

Climaconeis Grunow 1862

- Climaconeis inflexa* (Bréb. ex Kütz.) E.J. Cox 1982 [2; 3; 4]
Bas.: *Amphipleura inflexa* Bréb. ex Kütz. 1849; Syn.: *Amphora inflexa*
(Bréb. ex Kütz.) H.L. Smith 1873; *Okedenia inflexa* (Bréb. ex Kütz.)
Eulenst. ex Mereschk. 1901; *Okedenia inflexa* (Bréb. ex Kütz.) Eulenst.
ex Cleve et J.D. Möller 1879
- C. scopulorioides* (Hust.) E.J. Cox 1982 [3]
Bas.: *Navicula scopulorioides* Hust. 1961

Cavinulaceae Mann 1990

Cavinula D.G. Mann et A. Stickle ex Round et al. 1990

- Cavinula lacustris* (W. Greg.) D.G. Mann et A. Stickle ex Round et al. 1990 [2]
Bas.: *Navicula lacustris* W. Greg. 1856

Cosmioneidaceae D.G. Mann ex Round et al. 1990

Cosmioneis D.G. Mann et A. Stickle ex Round et al. 1990

- Cosmioneis pusilla* (W. Sm.) D.G. Mann et A. Stickle ex Round et al. 1990 [4]
Bas.: *Navicula pusilla* W. Sm. 1853

Diadesmidaceae D.G. Mann ex Round et al. 1990

***Luticola* D.G. Mann ex Round et al. 1990**

Luticola mutica (Kütz.) D.G. Mann ex Round et al. 1990 [2; 3; 4]

Bas.: *Navicula mutica* Kütz. 1844;

Syn.: *Navicula mutica* (Kütz.) Frenguelli 1924; *Placoneis mutica* (Kütz.) Mereschk. 1903

L. nivalis (Ehrenb.) D.G. Mann ex Round et al. 1990 [2]

Bas.: *Navicula nivalis* Ehrenb. 1853;

Syn.: *Navicula mutica* var. *nivalis* (Ehrenb.) Hust. 1911, *Navicula mesolepta* var. *nivalis* (Ehrenb.) De Toni 1891, *Navicula mutica* f. *nivalis* (Ehrenb.) Van der Werff et Huls 1960

Brachysiraceae D.G. Mann ex Round et al. 1990

***Brachysira* Kütz. 1836**

Brachysira aponina Kütz. 1836 [4]

Scoliotropidaceae Mereschk. 1903

***Biremis* D.G. Mann et E.J. Cox ex Round et al. 1990**

Biremis ambigua (Cleve) D.G. Mann ex Round et al. 1990 [3; 4]

Bas.: *Pinnularia ambigua* Cleve 1895

B. lucens (Hust.) Sabbe, Witkowski et Vyverman 1995* [6]

Bas.: *Navicula lucens* Hust. 1942;

Syn.: *Fallacia lucens* (Hust.) D.G. Mann ex Round et al. 1990

***Scolioneis* D.G. Mann ex Round et al. 1990**

Scolioneis tumida (Bréb. et Kütz.) D.G. Mann ex Round et al. 1990 [1]

Bas.: *Navicula tumida* Bréb. et Kütz. 1849;

Syn.: *Scoliopleura tumida* (Bréb. et Kütz.) Rabenh. 1864; *Scoliotropis tumida* (Bréb. et Kütz.) Patrick et Freese 1961

Sellaphoraceae Mereschk. 1902

***Sellaphora* Mereschk. 1902**

Sellaphora bacillum (Ehrenb.) D.G. Mann 1989 [1]

Bas.: *Navicula bacillum* Ehrenb. 1839;

Syn.: *Diadesmis bacillum* (Ehrenb.) Kütz. 1844; *Pinnularia bacillum* (Ehrenb.) Ehrenb. 1876

S. hustedtii (Krasske) Lange-Bert. et Werum 2004 [2]

Bas.: *Navicula hustedtii* Krasske 1923

S. pupula (Kütz.) Mereschk. 1902 [2]

Bas.: *Navicula pupula* Kütz. 1844;

Syn.: *Navicula pupula* var. *capitata* Hust.

Sellaphora sp.1PH [6]

Fallacia A. Stickle et D.G. Mann ex Round et al. 1990

- Fallacia cassubiae* Witkowski 1991 [4; 7]
Syn.: *Lyrella phyllophorae* Gusl. 1992
- F. forcipata* (Grev.) A. Stickle et D.G. Mann ex Round et al. 1990 [1;2;3;4;5;6]
Bas.: *Navicula forcipata* Grev. 1859;
Syn.: *Navicula lyra* var. *forcipata* (Grev.) O'Meara 1875; *Lyrella forcipata* var. *densestriata* (Grev.) Gusl. et Karayeva 1992
- F. inattingens* (Simonsen) D.G. Mann ex Round et al. 1990 [3; 4]
Bas.: *Navicula inattingens* Simonsen 1959;
Syn.: *Lyrella inattingens* (Simonsen) Gusl. et Karayeva 1992
- F. oculiformis* (Hust.) D.G. Mann ex Round et al. 1990* [6]
Bas.: *Navicula oculiformis* Hust. 1955
- F. pygmaea* (Kütz.) A. Stickle et D.G. Mann ex Round et al. 1990 [1; 2; 3; 4; 6]
Bas.: *Navicula pygmaeae* Kütz. 1849;
Syn.: *Navicula minutula* W. Sm.; *Navicula pygmaea* Kütz. emend Simonsen 1975; *Lyrella pygmaea* (Kütz.) I.V. Makarova et Karayeva et I.V. Makarova et Akhmetova 1987
- F. subforcipata* (Hust.) D.G. Mann ex Round et al. 1990 [3; 4]
Bas.: *Navicula subforcipata* Hust. 1964;
Syn.: *Lyrella subforcipata* (Hust.) Gusl. et Kar. 1992
- F. tenera* (Hust.) D.G. Mann ex Round et al. 1990 [3; 4]
Bas.: *Navicula tenera* Hust. ex A.W.F. Schmidt et al. 1936;
Syn.: *Navicula uniseriata* Hust., *Navicula dissipata* Hust., *Navicula auriculata* Hust., *Navicula biseriata* Brockmann, *Navicula insociabilis* var. *dissipatoides* Hust., *Lyrella dissipata* (Hust.) Gusl. et Karayeva 1992
- F. versicolor* (Grunow) D.G. Mann ex Round et al. 1990 [3; 6]
Bas.: *Navicula versicolor* Grunow ex A.W.F. Schmidt et al. 1874;
Syn.: *Navicula forcipata* var. *versicolor* (Grunow ex A.W.F. Schmidt et al.) Grunow ex Cleve et J.D. Möller 1879
- Fallacia* sp.9PHYL [6]

Pinnulariaceae D.G. Mann ex Round et al. 1990

***Pinnularia* Ehrenb. 1843**

- Pinnularia claviculus* (W. Greg.) Rabenh. 1864* [6]
Bas.: *Navicula claviculus* W. Greg. 1857
- P. lundii* Krammer 2000 [3; 4]
Syn.: *Pinnularia globiceps* var. *crassior* Grunow; *Pinnularia interrupta* var. *crassior* (Grunow) Cleve; *Navicula globiceps* var. *crassior* Grunow ex Cleve et Grunow 1880
- P. major* var. *paludosa* Meister 1912 [2]
Syn.: *Navicula major* var. *paludosa* (Meister) F.W. Mills 1934
- P. microstauron* (Ehrenb.) Cleve 1891 [2]
Bas.: *Stauroptera microstauron* Ehrenb. 1843;

- Syn.: *Navicula microstauron* (Ehrenb.) O'Meara 1875; *Stauroneis microstauron* (Ehrenb.) Kütz. 1844
P. microstauron var. *ambigua* Meister 1912 [2]
P. quadratarea (A.W.F. Schmidt) Cleve 1895 [3; 4; 6]
Bas.: *Navicula quadratarea* A.W.F. Schmidt ex A.W.F. Schmidt et al. 1874;
Syn.: *Navicula quadratarea* A.W.F. Schmidt 1874
P. viridis (Nitzsch) Ehrenb. 1843 [4]
Bas.: *Bacillaria viridis* Nitzsch 1817; Syn.: *Frustulia viridis* (Nitzsch) Kütz. 1833; *Navicula viridis* (Nitzsch) Ehrenb. 1835

Caloneis Cleve 1894

- Caloneis amphisbaena* (Bory) Cleve 1894 [2; 3; 4; 7]
Bas.: *Navicula amphisbaena* Bory 1824
C. amphisbaena var. *aequata* Kolbe 1927 [4]
C. amphisbaena var. *subsalina* (Donkin) Cleve 1894 [3; 4]
Bas.: *Navicula subsalina* Donkin 1870;
Syn.: *Caloneis subsalina* (Donkin) Hendey 1951; *Navicula amphisbaena* var. *subsalina* (Donkin) Van Heurck 1880
C. densestriata (Proshk.-Lavr.) Gusl. 1992 [1; 2; 3; 4]
Bas.: *Caloneis formosa* var. *densestriata* Proshk.-Lavr. 1963;
Syn.: *Caloneis westii* var. *densestriata* (Proshk.-Lavr.) VanLand. 1968
C. liber (W. Sm.) Cleve 1894 [1; 2; 3; 4; 6; 7]
Bas.: *Navicula liber* W. Sm. 1853
C. liber var. *bicuneata* (Grunow) Cleve 1894 [4]
Bas.: *Navicula bicuneata* Grunow 1860;
Syn.: *Caloneis liber* var. *bicuneata* (Grunow) Nizam. 1982
C. liber var. *linearis* Cleve 1894 [1; 2]
Bas.: *Navicula linearis* Grunow 1860
C. oregonica (Ehrenb.) R.M. Patrick 1966 [3]
Bas.: *Pinnularia oregonica* Ehrenb. 1845;
Syn.: *Navicula oregonica* (Ehrenb.) Kütz. 1849
C. probabilis (A.W.F. Schmidt) Cleve 1894 [4]
Bas.: *Navicula probabilis* A.W.F. Schmidt ex A.W.F. Schmidt et al. 1877
C. probabilis var. *pinnularioides* Proshk.-Lavr. 1963 [3]
C. silicula (Ehrenb.) Cleve 1894 [2; 4]
Bas.: *Navicula silicula* Ehrenb. 1843
C. westii (W. Sm.) Hendey 1964 [1; 2; 4]
Bas.: *Navicula westii* W. Sm. 1853;
Syn.: *Navicula tumida* var. *westii* (W. Sm.) Cleve-Euler 1953, *Scoliopleura westii* (W. Sm.) Grunow 1860

Diatomella Grev. 1855

- Diatomella minuta* Hust. ex A.W.F. Schmidt et al. 1936* [6]

Diploneidaceae D.G. Mann ex Round et al. 1990

***Diploneis* Ehrenb. ex Cleve 1894**

Diploneis bombus (Ehrenb.) Cleve-Euler ex Backman et Cleve-Euler 1922
[1; 2; 3; 4; 5]

Bas.: *Diploneis bombus* Ehrenb. 1844;

Syn.: *Navicula bombus* (Ehrenb.) Kütz. 1849

D. chersonensis (Grunow) Cleve 1892 [1; 2; 3; 4; 5; 6; 7]

Bas.: *Navicula chersonensis* Grunow ex A.W.F. Schmidt et al. 1875

D. coffaeiformis (A.W.F. Schmidt) Cleve 1894* [6]

Bas.: *Navicula coffaeiformis* A.W.F. Schmidt ex A.W.F. Schmidt et al. 1881;

Syn.: *Diploneis coffaeiformis* var. *subcircularis* (A.W.F. Schmidt) Cleve 1894; *Diploneis densestriata* (A.W.F. Schmidt) Boyer 1927

D. crabro (Ehrenb.) Ehrenb. 1854 [1; 3; 4; 6]

Bas.: *Pinnularia crabro* Ehrenb. 1844

D. crabro var. *pandura* (Bréb.) Cleve 1894 [1; 4]

Bas.: *Navicula pandura* Bréb. 1854

D. didyma (Ehrenb.) Ehrenb. 1839 [1; 2; 3; 4; 6]

Bas.: *Pinnularia didyma* Ehrenb. 1840;

Syn.: *Navicula didyma* (Ehrenb.) Kütz. 1844

D. elliptica (Kütz.) Cleve 1894 [2]

Bas.: *Navicula elliptica* Kütz. 1844;

Syn.: *Diploneis elliptica* var. *genuina* Meist., *Navicula elliptica* var. *minor* Rabenh., *Pinnularia elliptica* Rabenh.

D. finnica (Ehrenb.) Cleve 1891* [6]

Bas.: *Cocconeis finnica* Ehrenb. 1838;

Syn.: *Navicula finnica* (Ehrenb.) F.W. Mills 1934

D. fusca (W. Greg.) Cleve 1894 [1; 2; 3; 4; 5; 6]

Bas.: *Navicula smithii* var. *fusca* W. Greg. 1857

D. fusca var. *delicata* (A.W.F. Schmidt) Cleve 1894 [1]

Bas.: *Navicula fusca* var. *delicata* A.W.F. Schmidt 1874;

Syn.: *Diploneis aestiva* var. *delicata* (A.W.F. Schmidt) R. Ross ex Hartley 1986

D. gemmata (Grev.) Cleve 1894 [4]

Bas.: *Navicula gemmata* Grev. 1859

D. incurvata (W. Greg.) Cleve 1894 [1]

Bas.: *Navicula incurvata* W. Greg. 1856;

Syn.: *Navicula splendida* var. *incurvata* (W. Greg.) Rabenh. 1864

D. interrupta (Kütz.) Cleve 1894 [2; 4]

Bas.: *Navicula interrupta* Kütz. 1844

D. interrupta var. *heeri* (Pant.) Hust. 1937 [2]

Bas.: *Navicula heerii* Pant. 1889

D. lineata (Donkin) Cleve 1894 [5]

Bas.: *Navicula lineata* Donkin 1858

- D. litoralis* (Donkin) Cleve 1894 [2; 3; 4]
Bas.: *Navicula littoralis* Donkin 1870
- D. mirabilis* König 1959* [6]
- D. nitescens* (W. Greg.) Cleve 1894* [6]
Bas.: *Navicula smithii* var. *nitescens* W. Greg. 1857;
Syn.: *Navicula nitescens* (W. Greg.) W. Greg. 1857; *Navicula nitescens* (W. Greg.) Ralfs ex A. Pritch. 1861
- D. notabilis* (Grev.) Cleve 1894 [1; 2; 4; 6]
Bas.: *Navicula notabilis* Grev. 1863
- D. notabilis* var. *tenera* Proshk.-Lavr. 1963 [2; 3; 4]
- D. oblongella* (Nägeli) Cleve-Euler 1922 [2; 3; 4]
Bas.: *Navicula oblongella* Nägeli ex Kütz. 1849;
Syn.: *Diploneis ovalis* var. *oblongella* (Nägeli ex Kütz.) Cleve 1894;
Diploneis oblongella (Nägeli ex Kütz.) R. Ross 1947
- D. oculata* (Bréb. ex Desm.) Cleve 1894 [3; 4]
Bas.: *Navicula oculata* Bréb. ex Desm. 1854
- D. ovalis* (Hilse ex Rabenh.) Cleve 1891 [2; 4; 5]
Bas.: *Pinnularia ovalis* Hilse 1860
- D. papula* (A.W.F. Schmidt) Cleve 1894 [1; 2; 4]
Bas.: *Navicula papula* A.W.F. Schmidt ex A.W.F. Schmidt et al. 1875
- D. pseudovalis* Hust. 1930 [2; 4]
- D. smithii* (Bréb. ex W. Sm.) Cleve 1894 [1; 2; 3; 4; 5; 6; 7]
Bas.: *Navicula smithii* Bréb. ex W. Sm. 1856
- D. smithii* f. *rhombica* (Mereschk.) Hust. 1937 [2; 4; 5]
Bas.: *Diploneis smithii* var. *rhombica* Mereschk. 1902
- D. smithii* var. *constricta* Heiden ex Heiden et Kolbe 1928 [2; 4]
- D. smithii* var. *pumila* (Grunow) Hust. 1937 [2; 3; 4; 6]
Bas.: *Navicula ovalis* var. *pumila* Grunow 1882;
Syn.: *Diploneis oblongella* var. *pumila* (Grunow) Woodhead et Tweed 1960; *Diploneis ovalis* var. *pumila* (Grunow) Cleve 1894
- D. smithii* var. *recta* Perag. 1911* [6]
Bas.: *Navicula smithii* var. *recta* (Perag. ex H. Perag. et Perag.) F.W. Mills 1934
- D. splendida* (W. Greg.) Cleve 1894 [4]
Bas.: *Navicula splendida* W. Greg. 1856
- D. stroemi* Hust. 1937* [7]
- D. subadvena* Hust. 1937 [1; 2; 3; 4; 5; 7]
- D. suborbicularis* (W. Greg.) Cleve 1894 [1; 7]
Bas.: *Navicula suborbicularis* var. *densestriata* W. Greg.
- D. vacillans* (A.W.F. Schmidt) Cleve 1894 [1; 2; 3; 4; 6; 7]
Bas.: *Navicula vacillans* A.W.F. Schmidt ex A.W.F. Schmidt et al. 1875
- Diploneis* sp.1VS [6]

Naviculaceae Kütz. 1844

***Navicula* Bory 1822**

- Navicula bicapitellata* Hust. 1925 [2]
N. cancellata Donkin 1872 [1; 2; 3; 4; 5; 6; 7]
Syn.: *Navicula retusa* var. *cancellata* (Donkin) R. Ross ex Hartley, Ross et Williams 1986
N. capitatoradiata Germain 1981 [2]
Syn.: *Navicula cryptocephala* var. *intermedia* Grunow 1880
N. cincta (Ehrenb.) Ralfs ex A. Pritch. 1861 [1; 3; 4]
Bas.: *Pinnularia cincta* Ehrenb. 1854;
Syn.: *Navicula heufleri* Grunow, *Navicula inutilis* Kras., *Navicula umida* Bock., *Navicula cincta* var. *genuina* Mayer., *Navicula cincta* var. *typica* Cleve-Euler, *Navicula cincta* var. *minima* Cleve-Euler, *Navicula cari* var. *cincta* (Ehrenb.) Lange-Bert.
N. cryptocephala Kütz. 1844 [1; 2; 3; 4]
N. cryptotenella Lange-Bert. 1985 [2]
Syn.: *Navicula tenella* Bréb., *Navicula tenella* Bréb. ex Kütz. sensu Grunow ex Van Heurck, *Navicula radiosa* var. *tenella* (Bréb. ex Kütz.) Cleve et J.D. Möller
N. digitoradiata var. *cyprinus* (Ehrenb.) Van Heurck 1885 [1; 2; 3; 4]
Bas.: *Pinnularia cyprinus* Ehrenb. 1843;
Syn.: *Pinnularia digitoradiata* var. *cyprinus* (Ehrenb.) F.W. Mills 1934; *Navicula cyprinus* (Ehrenb.) Kütz. 1844; *Navicula cyprinus* (Schum.) Cleve 1895
N. digitoradiata (W. Greg.) Ralfs ex A. Pritch. 1861 [1; 2; 3]
Bas.: *Pinnularia digito-radiata* W. Greg. 1856
N. directa (W. Sm.) Ralfs ex A. Pritch. 1861 [1; 2; 3; 4; 5]
Bas.: *Pinnularia directa* W. Sm. 1853;
Syn.: *Navicula directa* (W. Sm.) Bréb. 1854
N. distans (W. Sm.) Ralfs ex A. Pritch. 1861 [1; 2; 3; 4; 5; 6]
Bas.: *Pinnularia distans* W. Sm. 1853;
Syn.: *Navicula distans* (W. Sm.) Bréb. 1854
N. glabriuscula var. *elipsoidales* Proshk.-Lavr. 1963 [3; 4]
N. gomphonematoides Gusl. 1992 [3; 4]
N. gottlandica Grunow ex Van Heurck 1880 [3; 4]
N. gregaria Donkin 1861 [1; 2; 4; 6]
N. johanrossii Giffen 1967* [6]
N. lanceolata (C. Agardh) Kütz. 1844 [2; 4]
Bas.: *Frustulia lanceolata* C. Agardh 1827;
Syn.: *Cymbella lanceolata* (C. Agardh) C. Agardh 1830
N. laterostrata Hust. 1925 [2; 4]
Syn.: *Navicula inflata* var. *laterostrata* (Hust.) Cleve-Euler 1953 as *Navicula inflata* 'beta' *laterostrata*; *Navicula inflata* (Kütz.) Kütz. sensu Donkin

- N. latissima* var. *capitata* Pant. 1889 [2]
N. longirostris Hust. 1930 [2]
N. menisculus Schum. 1867 [2; 3; 4]
Syn.: *Navicula meniscus* var. *menisculus* (Schum.) Cleve-Euler ex Backman et Cleve-Euler 1922; *Navicula peregrina* var. *menisculus* (Schum.) Grunow ex Van Heurck 1880; *Navicula peregrina* var. *menisculus* (Schum.) A. Mayer 1912
N. northumbrica Donkin 1861* [6]
N. palpebralis Bréb. 1853 [1; 2; 3; 4; 6]
N. palpebralis var. *angulosa* (W. Greg.) Van Heurck 1885 [6]
Bas.: *Navicula angulosa* W. Greg. 1856
N. palpebralis var. *minor* Grunow 1880 [1]
N. palpebralis var. *sempilena* (W. Greg. ex Grev.) Cleve 1895 [1; 2; 3; 4; 5; 6]
Bas.: *Pinnularia semiplena* Grev. 1859;
Syn.: *Navicula semiplena* (W. Greg. ex Grev.) Donkin 1871
N. parapontica Witkowski, Kulikovskiy, Nevrova et Lange-Bert. 2010*** [6; 7]
Bas.: *Navicula pennata* var. *pontica* Mereschk. 1902
N. peregrina (Ehrenb.) Kütz. 1844 [2; 3; 4]
Bas.: *Pinnularia peregrina* Ehrenb. 1843
N. perminuta Grunow ex Van Heurck 1880 [6]
Syn.: *Navicula cryptocephala* var. *perminuta* (Grunow ex Van Heurck) Cleve 1895
N. phylleptosoma Lange-Bert. 1999* [7]
N. pi Cleve 1893 [2; 3; 4; 6]
N. plicatoides Hust. 1962 [1]
N. pontica Witkowski, Kulikovskiy, Nevrova et Lange-Bert. 2010 [1; 2; 3; 4; 5; 7]
Bas.: *Navicula pennata* var. *pontica* Mereschk. 1902
N. radiosa Kütz. 1844 [1; 2; 3; 4]
Syn.: *Navicula gracilis* var. *radiosa* (Kütz.) Rabenh. 1847
N. radiosa var. *tenella* (Bréb. ex Kütz.) Van Heurck 1885 [1; 2]
Bas.: *Navicula tenella* Bréb. ex Kütz. 1849;
Syn.: *Navicula radiosa* var. *tenella* (Bréb. ex Kütz.) Cleve et J.D. Möller 1879
N. ramosissima (C. Agardh) Cleve 1895 [1; 2; 3; 4; 5; 7]
Bas.: *Schizonema ramosissimum* C. Agardh 1824
N. ramosissima f. *caspia* (Grunow) Cleve 1895 [1]
Bas.: *Navicula ramosissima* var. *ramosissima* f. *caspia* Grunow
N. reinhardtii (Grunow) Grunow 1880 [3; 4]
Bas.: *Stauroneis reinhardtii* Grunow 1860
N. rhombica W. Greg. 1856 [1; 3; 5]
N. rhynchocephala Kütz. 1844 [1; 3; 4]
N. salinarum Grunow 1880 [1; 2; 3; 4; 7]
N. salinarum f. *capitata* Schulz 1926 [2]
N. subrostellata Hust. 1955 [3; 4]

- N. tripunctata* (O.F. Müll.) Bory 1827 [2]
Bas.: *Vibrio tripunctatus* O.F. Müll. 1786
- N. trivialis* Lange-Bert. 1980 [1]
- N. veneta* Kütz. 1844 [1; 6; 7]
Syn.: *Navicula cryptocephala* var. *veneta* (Kütz.) Rabenh. 1864;
Navicula cryptocephala f. *veneta* (Kütz.) Hust. 1957
- N. viminoides* var. *cosmomarina* Lange-Bert., Witkowski, Bogaczewicz-Adamchak et Zgrundo 2003* [7]
- N. viridula* (Kütz.) Ehrenb. 1836 [2; 4]
Bas.: *Frustulia viridula* Kütz. 1833;
Syn.: *Pinnularia viridula* (Kütz.) Rabenh. 1853, *Pinnularia viridula* (Ehrenb.) Ehrenb. 1843
- N. viridula* var. *rostellata* (Kütz.) Cleve 1895 [3; 4]
Bas.: *Navicula rostellata* Kütz. 1844;
Syn.: *Navicula rhynchocephala* var. *rostellata* (Kütz.) Cleve et Grunow 1880; *Navicula rostellata* var. *minor* (Grunow ex Van Heurck) Cleve-Euler 1953; *Pinnularia rostellata* (Kütz.) Rabenh. 1853

Geissleria Lange-Bert. et Metzeltin 1996

- Geissleria decussis* (Østrup) Lange-Bert. et Metzeltin 1996 [2]
Bas.: *Navicula decussis* Østrup 1910

Trachyneis Cleve 1894

- Trachyneis aspera* (Ehrenb.) Cleve 1894 [1; 2; 3; 4; 5; 6]
Bas.: *Navicula aspera* Ehrenb. 1840
- T. aspera* var. *pulchella* (W. Sm.) Cleve 1894 [1]
Bas.: *Stauroneis pulchella* W. Sm. 1853
- T. aspera* var. *vulgaris* Cleve 1894 [1]
Syn.: *Navicula aspera* var. *vulgaris* (Cleve) Fricke 1902
- T. clepsydra* (Donkin) Cleve 1894 [2]
Bas.: *Navicula clepsydra* Donkin 1861

Seminavis D.G. Mann ex Round et al. 1990

- Seminavis cymbelloides* (Grunow) D.G. Mann ex Round et al. 1990 [3; 4]
Bas.: *Amphora cymbelloides* Grunow 1867;
Syn.: *Cymbella cymbelloides* (Grunow) Gusl. 1992;
- Seminavis* sp.2 [6]

Haslea Simonsen 1974

- Haslea crucigera* (W. Sm.) Simonsen 1974 [4]
Bas.: *Schizonema cruciger* W. Sm. 1856;
Syn.: *Stauroneis cruciger* (W. Sm.) Heiberg 1863; *Dickieia crucigera* (W. Sm.) De Toni 1891; *Navicula crucigera* (W. Sm.) Cleve 1894

H. spicula (Hickie) Lange-Bert. 1997 [3; 4]

Bas.: *Stauroneis spicula* Cleve et Grunow ex Grunow 1880;

Syn.: *Navicula spicula* (Cleve et Grunow ex Grunow) Cleve 1894;

Haslea spicula (Hickie) Bukht. 1995

H. subagnita (Proshk.-Lavr.) I.V. Makarova et Karaeva 1985 [1; 3; 4]

Bas.: *Navicula subagnita* Proshkina-Lavrenko 1963

***Dickieia* Berkeley ex Kütz. 1844 emend D.G. Mann 1994**

Dickieia subinflata (Grunow ex Cleve et J.D. Möller) D.G. Mann 1994 [6]

Bas.: *Navicula subinflata* Grunow ex Cleve et J.D. Möller 1882;

Syn.: *Placoneis subinflata* (Grunow ex Cleve et J.D. Möller) Mereschk. 1903

Dickieia sp.2PHYL [6]

***Fogedia* Witkowski, Lange-Bert. et Metzeltin 1997**

Fogedia finmarchica (Cleve et Grunow) Witkowski, Metzeltin et Lange-Bert. 1997 [2]

Bas.: *Stauroneis finmarchica* Cleve et Grunow 1880;

Syn.: *Navicula finmarchica* (Cleve et Grunow) Cleve 1895

***Hippodonta* Lange-Bert., Witkowski et Metzeltin 1996**

Hippodonta capitata (Ehrenb.) Lange-Bert., Metzeltin et Witkowski 1996 [2; 3; 4; 7]

Bas.: *Navicula capitata* Ehrenb. 1838;

Syn.: *Navicula hungarica* var. *capitata* (Ehrenb.) Cleve 1895; *Navicula hungarica* f. *capitata* (Ehrenb.) Hust. 1957; *Navicula capitata* (Ehrenb.) R. Ross 1947

H. hungarica (Grunow) Lange-Bert., Metzeltin et Witkowski 1996 [4; 7]

Bas.: *Navicula hungarica* Grunow 1860;

Syn.: *Navicula viridula* var. *hungarica* (Grunow) H. Perag. et Perag. 1897; *Navicula capitata* Ehrenb. var. *hungarica* (Grunow) R. Ross 1947

Hippodonta sp.6 [6]

Hippodonta sp.PHYL10 [6]

Hippodonta sp.PHYL11 [6]

Hippodonta sp.PHYL12 [6]

***Chamaepinnularia* Lange-Bert. et Krammer 1996**

Chamaepinnularia sp.3 [6]

Pleurosigmataceae Mereschk. 1903

***Pleurosigma* W. Sm. 1852**

Pleurosigma aestuarii (Bréb. ex Kütz.) W. Sm. 1853 [1; 4]

Bas.: *Navicula aestuarii* Bréb. ex Kütz. 1849;

- Syn.: *Gyrosigma aestuarii* (Bréb. ex Kütz.) Griffith et Henfrey 1856;
Pleurosigma angulatum var. *aestuarii* (Bréb. ex Kütz.) Van Heurck 1885
P. angulatum (Queck.) W. Sm. 1852 [1; 2; 3; 4; 5]
Bas.: *Navicula angulata* Queck. 1848
P. angulatum var. *strigosa* (W. Sm.) Van Heurck 1885 [2; 4]
Bas.: *Pleurosigma strigosum* W. Sm. 1852;
Syn.: *Gyrosigma strigosum* (W. Sm.) Griffith et Henfrey 1856
P. cuspidatum (Cleve) Cleve 1894 [2; 4]
Bas.: *Pleurosigma lanceolatum* var. *cuspidatum* Cleve 1881;
Syn.: *Pleurosigma cuspidatum* (Cleve) H. Perag. 1891
P. cuspidatum var. *rostratum* Proschk.-Lavr. 1963 [1; 2; 4]
P. elongatum W. Sm. 1852 [1; 2; 3; 4; 5; 6; 7]
Syn.: *Gyrosigma elongatum* (W. Sm.) Griffith et Henfrey 1856;
Gyrosigma elongatum (W. Sm.) G.S. West 1909; *Pleurosigma angulatum* var. *elongatum* (W. Sm.) Van Heurck 1885
P. formosum W. Sm. 1852 [1; 2; 3; 4]
Syn.: *Gyrosigma formosum* (W. Sm.) Griffith et Henfrey 1856
P. formosum var. *dalmatica* (Grunow) Cleve 1894 [1]
Bas.: *Pleurosigma decorum* var. *dalmatica* Grunow ex Cleve et J.D. Möller 1878;
Syn.: *Pleurosigma dalmaticum* (Grunow) Grunow ex Rodrigues et Femenías 1889
P. rigidum W. Sm. 1853 [1; 2; 3; 4]
Syn.: *Gyrosigma rigidum* (W. Sm.) Griffith et Henfrey 1856
P. salinarum (Grunow) Grunow ex Cleve et Grunow 1880 [1; 4]
Bas.: *Pleurosigma delicatulum* var. *salinarum* Grunow 1878;
Syn.: *Pleurosigma angulatum* f. *salinarum* (Grunow) De Toni 1891;
Pleurosigma pusillum var. *salinarum* (Grunow) H. Peragallo 1891

***Carinasigma* G. Reid 2012**

- Carinasigma minuta* (Donkin) G. Reid 2012 [2; 4]
Bas.: *Pleurosigma minutum* Donkin 1858;
Syn.: *Donkinia minuta* (Donkin) Ralfs ex A. Pritch. 1861 emend E.J. Cox 1983; *Gyrosigma rectum* var. *minuta* (Donkin) Cleve 1894
C. rectum (Donkin) G. Reid 2012 [1; 4; 5]
Bas.: *Pleurosigma rectum* Donkin 1858;
Syn.: *Donkinia recta* (Donkin) Grunow ex Van Heurck 1880; *Gyrosigma rectum* (Donkin) Cleve 1894

***Gyrosigma* Hassal 1845**

- Gyrosigma acuminatum* (Kütz.) Rabenh. 1853 [2; 4]
Bas.: *Frustulia acuminata* Kütz. 1833;

- Syn.: *Navicula acuminata* (Kütz.) Kütz. 1844; *Pleurosigma acuminatum* (Kütz.) Grunow 1860
- G. arcuatum* (Donkin) Sterrenburg ex R. Jahn, F.A.S. Sterrenburg et Kusber 2005 [1; 4]
Bas.: *Pleurosigma arcuatum* Donkin 1858;
Syn.: *Pleurosigma fasciolum* var. *arcuatum* (Donkin) H. Perag. 1891;
Gyrosigma fasciola var. *arcuata* (Donkin) Cleve 1894
- G. attenuatum* (Kütz.) Cleve 1894 [3; 4]
Bas.: *Frustulia attenuata* Kütz. 1833;
Syn.: *Navicula attenuata* (Kütz.) Kütz. 1844
- G. baltica* (Ehrenb.) Rabenh. 1853 [1; 4]
Bas.: *Navicula baltica* Ehrenb. 1835;
Syn.: *Pleurosigma balticum* (Ehrenb.) W. Sm. 1852
- G. balticum* f. *maeoticum* (Pant.) Proshk.-Lavr. 1963 [3; 4]
Bas.: *Pleurosigma balticum* var. *maeoticum* Pant. 1902;
Syn.: *Gyrosigma balticum* var. *maeoticum* (Pant.) Proshk.-Lavr. 1950
- G. eximium* (Thwaites) Boyer emend Giffen 1970 [3; 4]
Bas.: *Schizonema eximium* Thwaites 1848;
Syn.: *Pleurosigma eximium* (Thwaites) Grunow ex Cleve et Grunow 1880
- G. fasciola* (Ehrenb.) Griffith et Henfrey 1856 [1; 3; 4; 5]
Bas.: *Ceratoneis fasciola* Ehrenb. 1839;
Syn.: *Gyrosigma fasciola* (Ehrenb.) Cleve 1894
- G. fasciola* var. *prolongatum* (W. Sm.) Proshk.-Lavr. 1950 [1; 2; 3; 4]
Bas.: *Pleurosigma prolongatum* W. Sm. 1852;
Syn.: *Gyrosigma prolongatum* (W. Sm.) Griffith et Henfrey 1856;
Pleurosigma fasciolum var. *prolongatum* (W. Sm.) H. Perag. 1891;
Gyrosigma prolongatum (W. Sm.) Cleve 1894
- G. spenceri* (W. Sm.) Griffith et Henfrey 1856 [1; 3; 4]
Bas.: *Pleurosigma spencerii* W. Sm. 1852
- G. strigilis* (W. Sm.) Griffith et Henfrey 1856 [1; 4]
Bas.: *Pleurosigma strigilis* W. Sm. 1852;
Syn.: *Gyrosigma strigilis* (W. Sm.) Cleve 1894
- G. tenuissimum* (W. Sm.) Griffith et Henfrey 1856 [2; 4]
Bas.: *Pleurosigma tenuissimum* W. Sm. 1853;
Syn.: *Gyrosigma tenuissimum* (W. Sm.) Cleve 1894

Plagiotropidaceae D.G. Mann ex Round et al. 1990

***Plagiotropis* Pfitzer 1871**

- Plagiotropis elegans* (W. Sm.) Grunow ex Van Heurck 1885 [3; 4]
Bas.: *Amphiprora elegans* W. Sm. 1856;
Syn.: *Tropidoneis elegans* (W. Sm.) Cleve 1894
- P. lepidoptera* (W. Greg.) Poulin et Cardinal 1983 [1; 2; 3; 4; 7]
Bas.: *Amphiprora lepidoptera* W. Greg. 1857;

Syn.: *Tropidoneis lepidoptera* (W. Greg.) Cleve 1894, *Tropidoneis lepidoptera* var. *intermedia* Kiss. 1932; *Plagiotropis lepidoptera* (W. Greg.) Kuntze 1898

Stauroneidaceae D.G. Mann ex Round et al. 1990

***Stauroneis* Ehrenb. 1843**

Stauroneis anceps Ehrenb. 1843 [1; 2; 3; 4]

Syn.: *Navicula anceps* (Ehrenb.) A. Mann 1907

St. phoenicenteron (Nitzsch) Ehrenb. 1843 [3; 4]

Bas.: *Bacillaria phoenicenteron* Nitzsch 1817;

Syn.: *Navicula phoenicenteron* (Nitzsch) Ehrenb. 1836; *Cymbella phoenicenteron* (Nitzsch) C. Agardh 1830

St. salina f. *maeotica* Proshk.-Lavr. 1963 [4]

***Stauronella* Mereschk. 1901**

Stauronella indubitabilis Lange-Bert. et Genkal 1999 [1; 3; 4]

Syn.: *Amphiprora constricta* Ehrenb. 1843 auct. non Ehrenb.;

Stauroneis constricta Ehrenb. 1843 auct. non Ehrenb.; *Amphiprora*

constricta Ehrenb. sensu W. Sm. 1853, *Navicula simulans* Donkin 1873;

Stauronella constricta (Ehrenb.) Mereschk. 1901; *Stauroneis constricta*

sensu Hust. 1959 partim; *Stauroneis simulans* (Donkin) R. Ross ex

Hartley 1986; *Craspedostauros indubitabilis* (Lange-Bert. et Genkal)

E.J. Cox 1999

***Craticula* Grunow 1867**

Craticula cuspidata (Kütz.) D.G. Mann ex Round et al. 1990 [3; 4]

Bas.: *Frustulia cuspidata* Kütz. 1833;

Syn.: *Navicula cuspidata* (Kütz.) Kütz. 1844

Cr. halophila (Grunow ex Van Heurck) D.G. Mann ex Round et al. 1990 [1; 2; 3; 4; 5]

Bas.: *Navicula cuspidata* var. *halophila* Grunow ex Van Heurck 1885;

Syn.: *Navicula halophila* (Grunow ex Van Heurck) Cleve 1894

Proschkiniaceae D.G. Mann ex Round et al. 1990

***Proschkinia* Karayeva 1978**

Proschkinia complanatoides (Hust.) Karayeva 1978 [4]

Bas.: *Navicula complanatoides* Hust. 1962;

Syn.: *Navicula poretzkae* Korotkov sensu Karayeva 1978

Pr. complanatula (Hust.) D.G. Mann ex Round et al. 1990 [4]

Bas.: *Navicula complanatula* Hust. 1962;

Syn.: *Amphora complanata* Grunow 1867; *Proschkinia complanatula* (Hust.) Gusl. 1992

THALASSIOPHYSALES D.G. Mann ex Round et al. 1990

Catenulaceae Mereschk. 1902

***Catenula* Mereschk. 1903**

Catenula sp. [6]

***Amphora* Ehrenb. 1844**

Amphora acuta W. Greg. 1857 [1; 2; 3; 4; 6]

Syn.: *Oxyamphora acuta* (W. Greg.) Perag. 1903

A. acuta var. *arcuata* (A.W.F. Schmidt) Cleve 1895 [4]

Bas.: *Amphora arcuata* A.W.F. Schmidt ex A.W.F. Schmidt et al. 1875

A. angusta var. *oblongella* (Grunow) Cleve 1895 [1]

Bas.: *Amphora oblongella* Grunow 1878

A. arcus W. Greg. 1855 [2; 3; 4; 5; 7]

Syn.: *Oxyamphora arcus* (W. Greg.) Perag. 1903; *Cymbella arcus* (W. Greg.) Gusl. 1992

A. arenaria Donkin 1858 [1]

Syn.: *Amphora arenaria* var. *typica* Cleve 1895; *Amphora arenaria* var. *typica* (Cleve) Cleve-Euler 1953

A. arenicola Grunow ex Cleve 1895 [1]

Syn.: *Amphora marina* var. *arenicola* Grunow ex Cleve et J.D. Möller 1882

A. aspera P. Petit 1878 [3; 4]

Syn.: *Oxyamphora aspera* (P. Petit) Perag. 1903

A. bigibba Grunow ex A.W.F. Schmidt et al. 1875 [1; 3; 4]

Syn.: *Amphora binodis* var. *bigibba* (Grunow ex A.W.F. Schmidt et al.) H. Perag. et Perag. 1899

A. caroliniana Giffen 1980 [1; 2; 3; 4; 5; 7]

Syn.: *Amphora granulata* sensu Hust. 1955

A. commutata Grunow ex Van Heurck 1880 [2; 3; 4; 7]

A. crassa W. Greg. 1857 [1; 2; 3; 4; 5; 6]

A. cymbifera W. Greg. 1857* [6]

A. delicatissima Krasske ex Hust. 1930 [1; 3; 4]

A. dubia W. Greg. 1857 [3; 4]

A. eunotia var. *holsatica* (Hust.) Tunni [1]

A. genkalii Gusl. 1987 [3; 4]

A. graeffeana Hendey 1973 [1; 3; 4; 6; 7]

Syn.: *Amphora graeffii* Cleve 1895, non *Amphora graeffei* Grunow ex A.W.F. Schmidt 1875

A. helenensis Giffen 1973* [6]

A. hyalina Kütz. 1844 [1; 2; 3; 4; 5]

Syn.: *Auricula hyalina* (Kütz.) Karsten 1899; *Oxyamphora hyalina* (Kütz.) Perag. 1903

A. hyalina var. *delicatula* Proshk.-Lavr. 1963 [1; 2; 3; 4]

A. hyalina var. *inpalpabilis* Proshk.-Lavr. 1963 [1; 4]

- A. karajevae* Gusl. 1987 [3; 4]
A. laevis W. Greg. 1857 [2; 3; 4]
Syn.: non *Amphora laevis* Menegh. 1848
A. laevis W. Greg. 1857* [6]
Syn.: *Amphora laevis* var. *laevis* (W. Greg.) Cleve 1895
A. libyca Ehrenb. 1840 [1; 3; 4]
Syn.: *Amphora ovalis* var. *libyca* (Ehrenb.) Cleve 1895; *Amphora ovalis* var. *affinis* (Kütz.) Van Heurck, *Amphora ovalis* var. *pediculus* (Kütz.) Cleve
A. limbata Cleve et Grove 1892* [6]
A. lineolata Ehrenb. 1838 [2; 3]
Syn.: *Amphora bullosa* var. *lineolata* (Ehrenb.) H.L. Smith 1876-1888; *Amphora lineolata* Ehrenb. sensu Kütz. 1844; *Amphora tenera* W. Sm. 1853
A. lydiae Gusl. 1987 [3; 4]
A. macilenta W. Greg. 1857 [1]
A. macilenta var. *maeotica* Proshk.-Lavr. 1963 [2; 3]
A. makarovae Gusl. 1987 [3; 4]
A. marina W. Sm. 1857 [6]
Syn.: *Amphora marina* Van Heurck ex Cleve 1895
A. mexicana A.W.F. Schmidt ex A.W.F. Schmidt et al. 1875 [1]
A. mexicana f. *minor* H. Perag et Perag. 1898 [1]
A. obtusa W. Greg. 1857 [3; 4]
A. ocellata Donkin 1861 [3; 4]
Syn.: non *Amphora ocellata* Ehrenb. 1838
A. ostrearia Bréb. ex Kütz. 1849 [1; 2; 4; 6]
A. ostrearia var. *lineata* Cleve 1895 [4]
A. ostrearia var. *vitrea* (Cleve) Cleve 1895 [1; 3; 4]
Bas.: *Amphora vitrea* Cleve 1868
A. ovalis (Kütz.) Kütz. 1844 [1; 2; 3; 4; 7]
Bas.: *Frustulia ovalis* Kütz. 1833;
Syn.: *Amphora amphora* (Ehrenb.) Pant. 1902; *Amphora ocellata* Ehrenb. 1838; *Navicula amphora* Ehrenb. 1832; *Amphora ovalis* var. *pediculus* (Kütz.) Cleve, non *Amphora ovalis* var. *pediculus* (Kütz.) Grunow
A. parvula Proshk.-Lavr. 1963 [1; 5; 6]
A. pediculus (Kütz.) Grunow ex A.W.F. Schmidt et al. 1875 [2; 3; 4]
Bas.: *Cymbella pediculus* Kütz. 1844;
Syn.: *Amphora ovalis* var. *pediculus* (Kütz.) Van Heurck 1885; *Amphora perpusilla* Grunow sensu Van Heurck; *Cymbella caespitosum* var. *pediculus* (Kütz.) Brun 1880
A. pogrebnjakovii Gusl. 1992 [3]
A. pontica Gusl. 1992 [3; 4]
A. proshkiniana Gusl. 1987 [3; 4]
A. proteus W. Greg. 1857 [1; 2; 3; 4; 5; 6; 7]

A. proteus var. *oculata* H. Perag. et Perag. 1898* [6]

A. robusta W. Greg. 1857 [3; 4]

A. sublaevis Hust. 1955 [3; 4]

A. tenuissima Hust. 1955 [3; 4]

A. terroris Ehrenb. 1853 [1; 2; 3; 4; 5; 6]

A. topachevskii Gusl. 1992 [3; 4]

A. truncata (W. Greg.) Cleve 1895 [2; 3; 4]

A. truncata var. *brevis* Bodeanu 1976 [2]

A. veneta Kütz. 1844 [2; 4]

A. wisei (Salah) Simonsen 1962 [4; 6]

Bas.: *Amphora turgida* var. *wisei* Salah 1955

Amphora sp.8PH [6]

***Halamphora* (Cleve) Levkov 2009**

Halamphora acutiuscula (Kütz.) Levkov 2009 [2; 3; 4; 6]

Bas.: *Amphora acutiuscula* Kütz. 1844;

Syn.: *Amphora coffeaeformis* var. *acutiuscula* (Kütz.) Hust. 1930;

Amphora coffeaeformis var. *acutiuscula* (Kütz.) Rabenh. 1864

H. angularis (W. Greg.) Levkov 2009 [3; 4]

Bas.: *Amphora angularis* W. Greg. 1855 non *Amphora coffeaeformis*
var. *angularis* (Van Heurck) Cleve

H. coffeaeformis (C. Agardh) Levkov 2009 [1; 2; 3; 4; 5; 6; 7]

Bas.: *Frustulia coffeaeformis* C. Agardh 1827;

Syn.: *Amphora coffeaeformis* (C. Agardh) Kütz. 1844

H. costata (W. Sm.) Levkov 2009 [1; 2; 3; 4]

Bas.: *Amphora costata* W. Sm. 1853

H. cuneata (Cleve) Levkov 2009 [3; 4; 6]

Bas.: *Amphora cuneata* Cleve ex A.W.F. Schmidt et al. 1876

H. eunotia (Cleve) Levkov 2009 [1; 2; 3; 4; 6]

Bas.: *Amphora eunotia* Cleve 1873

H. exigua (W. Greg.) Levkov 2009 [1; 2; 3; 4; 6]

Bas.: *Amphora exigua* W. Greg. 1857;

Syn.: *Amphora coffeaeformis* var. *exigua* (W. Greg.) Rabenh. 1864;

Amphora coffeaeformis var. *exigua* (W. Greg.) De Toni 1891

H. holsatica Levkov 2009 [4]

Bas.: *Amphora holsatica* Hust. 1925

H. salinicola Levkov 2009* [7]

H. subangularis (Hust.) Levkov 2009 [3; 4]

Bas.: *Amphora subangularis* Hust. 1955

H. turgida (W. Greg.) Levkov 2009 [1]

Bas.: *Amphora turgida* (W. Greg.) 1857

BACILLARIALES Hendey 1937 emend D.G. Mann

Bacillariaceae Ehrenb. 1831

***Bacillaria* J.F. Gmel. 1791**

Bacillaria paxillifera (O.F. Müll.) Hendey 1951 [1; 2; 3; 4; 5; 6]

Bas.: *Vibrio paxillifer* O.F. Müll. 1786;

Syn.: *Nitzschia paxillifer* (O.F. Müll.) Heiberg 1863; *Bacillaria paradoxa*
J.F. Gmel. ex Linnaeus 1788

B. socialis var. *baltica* Grunow ex De Toni 1892 [1; 2; 3; 4; 5]

Bas.: *Nitzschia socialis* var. *baltica* Grunow ex Cleve et Grunow 1880

***Hantzschia* Grunow 1877**

Hantzschia amphioxys (Ehrenb.) Grunow ex Cleve et Grunow 1880 [1; 2; 4]

Bas.: *Eunotia amphioxys* Ehrenb. 1843;

Syn.: *Nitzschia amphioxys* (Ehrenb.) W. Sm. 1853

H. amphioxys f. *capitata* O. Müll. 1909 [2]

H. crassa Pant. 1902 [4]

Syn.: *Nitzschia crassa* (Pant.) F.W. Mills 1934

H. crassa var. *obtusa* Wislouch et Poretzsky 1924 [3; 4]

H. virgata var. *capitellata* Hust. ex A.W.F. Schmidt et al. 1922 [3]

Syn.: *Nitzschia virgata* var. *capitellata* (Hust.) Freng. 1925

***Psammodictyon* D.G. Mann ex Round et al. 1990**

Psammodictyon panduriforme (W. Greg.) D.G. Mann ex Round et al. 1990
[1; 2; 3; 4]

Bas.: *Nitzschia panduriformis* (W. Greg.) 1857;

Syn.: *Nitzschia latestriata* var. *panduriformis* (W. Greg.) Rabenh. 1864;

Nitzschia panduriformis var. *minor* Grunow ex Cleve et Grunow 1880;

Tryblionella panduriformis var. *minor* (Grunow) Freng. 1941

P. panduriforme var. *continua* (Grunow) P.J.M. Snoeijis 1998* [6]

Bas.: *Nitzschia panduriformis* var. *continua* Grunow ex Cleve et Grunow 1880

P. panduriforme var. *delicatulum* (Grunow) Poulin ex Poulin, Berard-
Therriault, Cardinal et Hamilton 1990 [1; 2; 4]

Bas.: *Nitzschia panduriformis* var. *delicatula* Grunow ex Cleve et
Grunow 1880

P. roridum (Giffen) D.G. Mann ex Round et al. 1990 [6]

Bas.: *Nitzschia rorida* Giffen 1975

***Pseudo-nitzschia* H. Perag. ex H. Perag. et Perag. 1900**

Pseudo-nitzschia delicatissima (Cleve) Heiden ex Heiden et Kolbe 1928 [1;
2; 3; 5; 7]

Bas.: *Nitzschia delicatissima* Cleve 1897

Pseudo-nitzschia seriata (Cleve) H. Perag. et Perag. 1899 [2; 7]

Bas.: *Nitzschia seriata* Cleve 1883

***Cylindrotheca* Rabenh. 1859**

- Cylindrotheca closterium* (Ehrenb.) Reimann et Lewin 1964 [1; 2; 3; 4; 5; 7]
Bas.: *Ceratoneis closterium* Ehrenb. 1839;
Syn.: *Nitzschia closterium* (Ehrenb.) W. Sm. 1853; *Nitzschiella tenuirostris* Mereschk. 1902; *Nitzschia curvirostris* var. *closterium* (Ehrenb.) De Toni 1892

***Nitzschia* Hassall 1845**

- Nitzschia acicularis* (Kütz.) W. Sm. 1853 emend Schoeman 1970 [1; 2; 4]
Bas.: *Synedra acicularis* Kütz. 1844;
Syn.: *Ceratoneis acicularis* (Kütz.) Ralfs ex A. Pritch. 1861
N. acuminata (W. Sm.) Grunow 1878 [1; 2; 3; 4; 5; 6; 7]
Bas.: *Tryblionella acuminata* W. Sm. 1853
N. acuta Cleve 1878 [2]
Syn.: *Tryblionella acuta* (Cleve) D.G. Mann ex Round et al. 1990
N. aequorea Hust. 1939* [6]
Syn.: *Nitzschia subfrustulum* Hust. 1939, *Nitzschia stimulus* Cholnoky 1961
N. amphibia Grunow 1862 [1; 2; 3; 4]
Syn.: *Bacillaria amphibia* (Grunow) Elmore ex Barbour 1895; *Nitzschia amphibia* var. *acutiuscula* Grunow
N. angularis var. *affinis* (Grunow) Grunow ex Van Heurck 1881 [3; 4]
Bas.: *Nitzschia affinis* Grunow 1862
N. brevissima Grunow ex Van Heurck 1881 [1; 4]
N. capitellata Hust. ex A.W.F. Schmidt et al. 1922 [6]
N. circumsuta (J.W. Bailey) Grunow 1878 [2; 3; 4]
Bas.: *Surirella circumsuta* J.W. Bailey 1851;
Syn.: *Tryblionella scutellum* W. Sm., *Tryblionella circumsuta* (J.W. Bailey) Ralfs ex A. Pritch. 1861
N. coarctata Grunow 1880 [1; 2; 3; 4]
Syn.: *Nitzschia punctata* f. *coarctata* (Grunow) Hust. 1957, *Tryblionella coarctata* (Grunow ex Cleve et Grunow) D.G. Mann ex Round et al. 1990
N. communis Rabenh. 1860 [2; 3; 4]
N. commutata Grunow 1880 [2; 3; 4]
N. compressa (J.W. Bailey) Boyer 1916 [1; 2; 3; 4; 6]
Bas.: *Pyxidicula compressa* J.W. Bailey 1851;
Syn.: *Tryblionella punctata* W. Sm. 1853, *Nitzschia punctata* (W.Sm.) Grunow 1878, *Nitzschia punctata* var. *minutissima* Poretzky; *Tryblionella compressa* (J.W. Bailey) Poulin ex Poulin, Berard-Therriault, Cardinal et Hamilton 1990
N. compressa var. *elongata* (Grunow) Lange-Bert. 1988 [1; 2; 4]
Syn.: *Tryblionella punctata* var. *elongata* Grunow 1862, *Nitzschia punctata* var. *elongata* (Grunow) Grunow ex Cleve et J.D. Möller 1878; *Nitzschia punctata* var. *elongata* Grunow 1880

- N. constricta* (Kütz.) Ralfs 1861 [1; 2; 3; 4; 5; 6]
Bas.: *Synedra constricta* Kütz. 1844;
Syn.: *Nitzschia apiculata* (W. Greg.) Grunow 1878; *Tryblionella apiculata* (W. Greg.) Grunow 1880
- N. constricta* (W. Greg.) Grunow var. *subconstricta* Grunow 1880 [2; 4]
Syn.: *Tryblionella constricta* var. *subconstricta* (Grunow) H. Perag. 1889
- N. debilis* (Arnott ex O'Meara) Grunow ex Cleve et Grunow 1880 [2; 3; 4]
Bas.: *Tryblionella debilis* Arnott ex O'Meara 1873;
Syn.: *Nitzschia tryblionella* var. *debilis* (Arnott) Hust. 1913; *Nitzschia tryblionella* var. *debilis* (Arnott) Mayer
- N. dissipata* (Kütz.) Grunow 1862 [1; 2; 3; 4]
Bas.: *Synedra dissipata* Kütz. 1844;
Syn.: *Nitzschia palea* f. *dissipata* (Kütz.) Rabenh. 1864; *Nitzschia palea* var. *dissipata* (Kütz.) Schönf. 1907; *Nitzschia dissipata* (Kütz.) Rabenh. 1860
- N. distans* W. Greg. 1857 [1; 2; 3; 4]
- N. dubia* W. Sm. 1853 [1; 4]
- N. frustulum* (Kütz.) Grunow ex Cleve et Grunow 1880 [1; 3; 4; 7]
Bas.: *Synedra frustulum* Kütz. 1844,
Syn.: *Synedra minutissima* Kütz. 1844, *Synedra perpusilla* Kütz. 1844;
Nitzschia minutissima W. Sm.
- N. granulata* Grunow 1880 [1; 2; 4; 5; 6]
Syn.: *Tryblionella granulata* (Grunow) D.G. Mann ex Round et al. 1990
- N. hungarica* Grunow 1862 [1; 2; 3; 4]
Syn.: *Tryblionella hungarica* (Grunow) Freng. 1942; *Nitzschia plicatula* Hust. 1953, *Nitzschia rudsa* Hust. 1936 non Østrup ex Héríb.,
Tryblionella hungarica (Grunow) D.G. Mann ex Round et al. 1990
- N. hungarica* var. *pantocsekii* Wislouch et V.S. Poretzky 1924 [2]
Syn.: *Tryblionella hungarica* var. *pantocsekii* (Wislouch et V.S. Poretzky) Bukht. 1995
- N. hybrida* Grunow 1880 [1; 2; 3; 4; 7]
Syn.: *Homoeocladia hybrida* (Grunow ex Cleve et Grunow) Kuntze 1898; *Nitzschia bilobata* var. *hybrida* Grunow ex Van Heurck 1881
- N. hybrida* f. *hyalina* Proshk.-Lavr. 1963 [1; 2; 4; 5]
- N. lanceolata* W. Sm. [1; 2; 3; 4]
Syn.: *Homoeocladia lanceolata* (W. Sm.) Kuntze 1898
- N. lanceolata* var. *minima* H. Perag. et Perag. 1900 [2]
Bas.: *Nitzschia lanceolata* var. *lanceolata* f. *minima* Grunow ex Van Heurck 1881
- N. lanceolata* var. *minor* (Grunow ex Van Heurck) H. Perag. et Perag. 1900 [1; 2; 5]
Bas.: *Nitzschia lanceolata* var. *lanceolata* f. *minor* Grunow ex Van Heurck 1881
- N. levidensis* (W. Sm.) Grunow 1881 [2; 3; 4]

- Bas.: *Tryblionella levidensis* W. Sm. 1856;
Syn.: *Nitzschia tryblionella* var. *levidensis* (W. Sm.) Grunow ex Cleve et Grunow 1880 pro parte et sensu auct. nonnull.
- N. levidensis* var. *victoriae* (Grunow) Cholnoky 1956 [2; 4]
Bas.: *Tryblionella victoriae* Grunow 1862;
Syn.: *Nitzschia spectabilis* var. *victoriae* (Grunow) Lak 1954; *Nitzschia victoriae* (Grunow) Cleve 1898; *Tryblionella hantzschiana* var. *victoriae* (Grunow) Playfair 1914; *Nitzschia tryblionella* var. *victoriae* (Grunow) Grunow 1880
- N. linearis* (C. Agardh) W. Sm. 1853 [1; 2; 4]
Bas.: *Frustulia linearis* C. Agardh ex Grev. non *Frustulia linearis* Kiss. 1931
- N. longissima* (Bréb. ex Kütz.) Grunow 1862 emend Shorenko, Davidovich et Davidovich 2013 [1; 2; 3; 4; 5]
Bas.: *Ceratoneis longissima* Bréb. ex Kütz. 1849;
Syn.: *Nitzschia longissima* f. *parva* Van Heurck 1980; *Nitzschia birostrata* W. Sm. 1853; *Nitzschia reversa* W. Sm. 1853
- N. lorenziana* var. *subtilis* Grunow ex Cleve et Grunow 1880 [2; 3; 4]
Syn.: *Nitzschia incurva* var. *subtilis* (Grunow ex Cleve et Grunow) R. Ross ex Hartley 1986
- N. marginulata* Grunow 1880 [3; 4; 5]
Syn.: *Tryblionella marginulata* (Grunow) D.G. Mann ex Round et al. 1990
- N. microcephala* Grunow 1880 [3; 4]
- N. navicularis* (Bréb. ex Kütz.) Grunow ex Cleve et Grunow 1880 [3; 4]
Bas.: *Surirella navicularis* Bréb. ex Kütz. 1849;
Syn.: *Tryblionella navicularis* (Bréb. ex Kütz.) Ralfs ex A. Pritch. 1861; *Tryblionella marginata* W. Sm.; *Tryblionella navicularis* (Bréb. ex Kütz.) Grunow
- N. obtusa* W. Sm. 1853 [1; 2; 3; 4]
- N. ovalis* Arnott ex Cleve et Grunow 1880 [3; 4; 7]
Syn.: *Homoeocladia ovalis* (Arnott ex Cleve et Grunow) Kuntze 1898
- N. palea* (Kütz.) W. Sm. 1856 [2; 4]
Bas.: *Synedra palea* Kütz. 1844
- N. palea* f. *astriata* Bodeanu 1976 [2]
- N. palea* var. *capitata* Wislouch et V.S. Poretzky 1924 [2; 4]
- N. paleacea* Grunow ex Van Heurck 1881 [2; 7]
- N. plana* W. Sm. 1853 [1]
Syn.: *Tryblionella plana* (W. Sm.) Pelletan 1889
- N. punctata* var. *aralensis* Borscow 1877 [1]
- N. punctata* var. *minutissima* V.S. Poretzsky 1940 [3; 4; 7]
- N. pusilla* (Kütz.) Grunow emend Lange-Bert. 1976 [1; 2; 3; 4]
Bas.: *Synedra pusilla* Kütz. 1844: 63;

- Syn.: *Nitzschia kuetzingiana* Hilse 1860, *Nitzschia palea* var. *kuetzingiana* (Hilse) Grunow ex Van Heurck 1881; *Nitzschia kuetzingiana* var. *exilis* Grunow ex Cleve et Grunow 1880
- N. rupestris* Proshk.-Lavr. 1963 [1; 2; 3; 4]
- N. scalpelliformis* Grunow ex Cleve et Grunow 1880 [3; 4]
Syn.: *Nitzschia obtusa* var. *scalpelliformis* (Grunow) Grunow ex Van Heurck 1881
- N. sigma* (Kütz.) W. Sm. 1853 [1; 2; 3; 4; 5; 6]
Bas.: *Synedra sigma* Kütz. 1844
- N. sigma* var. *intercedens* Grunow 1878 [4; 5; 6]
- N. sigmaformis* Hust. 1955 [3; 4]
- N. sigmoidea* (Nitzsch) W. Sm. 1853 [2; 4]
Bas.: *Bacillaria sigmoidea* Nitzsch 1817;
Syn.: *Frustulia sigmoidea* (Nitzsch) Jenner 1845; *Homoeocladia sigmoidea* (Nitzsch) Elmore 1921; *Cymbella sigmoidea* (Nitzsch) C. Agardh 1830; *Synedra sigmoidea* (Nitzsch) Kütz. 1844
- N. spatulata* Bréb. ex W. Sm. 1853 [2]
- N. sublinearis* Hust. ex A.W.F. Schmidt et al. 1921 [1; 2; 4]
- N. tryblionella* Hantzsch ex Rabenh. 1848-1860 [2; 4]
Syn.: *Tryblionella gracilis* W. Sm. 1853, priority for *Nitzschia gracilis* Hantzsch 1860; *Tryblionella tryblionella* (Hantzsch ex Rabenh.) Prochazka 1923; *Tryblionella hantzschiana* var. *maxima* (Grunow ex Cleve et Grunow) Frenguelli 1938
- N. umbonata* (Ehrenb.) Lange-Bert. 1978 [4]
Bas.: *Navicula umbonata* Ehrenb. 1837;
Syn.: *Surirella umbonata* (Ehrenb.) Rabenh. 1853
- N. vermicularis* (Kütz.) Hantzsch ex Rabenh. 1848-1860 [2; 4]
Bas.: *Frustulia vermicularis* Kütz. 1833;
Syn.: *Synedra vermicularis* (Kütz.) Kütz. 1844; *Nitzschia vermicularis* (Kütz.) Ralfs ex A. Pritch. 1861; *Bacillaria vermicularis* (Kütz.) Elmore ex Barbour 1895
- N. vidovichii* (Grunow) Grunow ex Van Heurck 1881 [2; 4; 5]
Bas.: *Homoeocladia vidovichii* Grunow 1862
- N. vitrea* G. Norman 1861 [2; 4]
Syn.: *Nitzschia linearis* var. *vitrea* (G. Norman) Hust. 1909

***Denticula* Kütz. 1844**

Denticula tenuis Kütz. 1844 [4]

**RHOPALODIALES D.G. Mann ex Round et al. 1990
Rhopalodiaceae (G. Karst.) Topach. et Oksijuk 1960**

***Epithemia* Kütz. 1844**

Epithemia adnata (Kütz.) Bréb. 1838 [2]

- Bas.: *Frustulia adnata* Kütz. 1833;
Syn.: *Eunotia adnata* (Bréb. ex Bréb et Godey) Rabenh. 1853;
Epithemia adnata (Kütz.) Ross 1950
E. argus (Ehrenb.) Kütz. 1844 [1]
Bas.: *Eunotia argus* Ehrenb. 1843
E. hyndmannii W. Sm. 1850 [1; 4]
E. sorex Kütz. 1844 [2; 3; 4]
Syn.: *Eunotia westermanni* var. *sorex* (Kütz.) Rabenh. 1847; *Eunotia sorex* (Kütz.) Rabenh. 1853
E. turgida var. *granulata* (Ehrenb.) Brun 1880 [2]
Bas.: *Eunotia granulata* Ehrenb. 1836;
Syn.: *Epithemia turgida* f. *granulata* (Ehrenb.) Hust. 1957; *Epithemia granulata* (Ehrenb.) Kütz. 1844
E. turgida (Ehrenb.) Kütz. 1844 [1; 2; 3; 4]
Bas.: *Navicula turgida* Ehrenb. 1830;
Syn.: *Cymbella turgida* (Ehrenb.) Hassall 1845

***Rhopalodia* O. Müll. 1895**

- Rhopalodia acuminata* var. *protracta* (Grunow) Krammer ex Lange-Bert. et Krammer 1987 [1; 2; 4]
Syn.: *Rhopalodia gibberula* var. *protracta* (Grunow) O. Müll. 1900;
Epithemia gibberula var. *protracta* Grunow ex Van Heurck 1882-1885
Rh. arcuata (Pant.) Kisselev ex Proshk.-Lavr. 1950 [2]
Bas.: *Epithemia arcuata* Pant. 1903
Rh. gibba (Ehrenb.) O. Müll. 1895 [1; 2; 3; 4]
Bas.: *Navicula gibba* Ehrenb. 1830;
Syn.: *Epithemia ventricosa* var. *gibba* (Ehrenb.) Schum. 1869;
Epithemia gibba (Ehrenb.) Kütz. 1844; *Frustulia gibba* (Ehrenb.) Jenner 1845; *Pinnularia gibba* (Ehrenb.) Ehrenb. 1843
Rh. gibba var. *parallela* (Grunow) H. Perag. et Perag. 1900 [2]
Bas.: *Epithemia gibba* var. *parallela* Grunow 1862;
Syn.: *Rhopalodia parallela* (Grunow) O. Müll. 1895; *Cystopleura gibba* var. *parallela* (Grunow) De Toni 1892; *Rhopalodia gibba* var. *parallela* (Grunow) Holmboe 1899
Rh. gibberula (Ehrenb.) O. Müll. 1895 [1; 3; 4]
Bas.: *Eunotia gibberula* Ehrenb. 1843;
Syn.: *Epithemia gibberula* (Ehrenb.) Kütz. 1844; *Rhopalodia musculus* var. *gibberula* (Ehrenb.) H. Perag. et Perag. 1900
Rh. musculus (Kütz.) O. Müll. 1900 [1; 2; 3; 4; 7]
Bas.: *Epithemia musculus* Kütz. 1844;
Syn.: *Rhopalodia gibberula* var. *musculus* (Kütz.) Muschler 1908;
Cystopleura musculus (Kütz.) Kuntze 1891; *Eunotia westermanni* var.

musculus (Kütz.) Rabenh. 1847; *Rhopalodia gibberula* var. *musculus* (Kütz.) A.Cleve 1952
Rh. musculus var. *succincta* (Bréb.) H. Perag. et Perag. 1897-1908 [1; 4]

SURIPELLALES D.G. Mann ex Round et al. 1990
Entomoneidaceae Reimer ex R.M. Patrick et Reimer 1975

***Entomoneis* Ehrenb. 1845**

Entomoneis alata (Ehrenb.) Reimer ex R.M. Patrick et Reimer 1975 [1; 2; 3; 4; 7]
Bas.: *Navicula alata* Ehrenb. 1840;
Syn.: *Amphiprora alata* (Ehrenb.) Kütz. 1844
E. gigantea (Grunow) Nizam. 1982 [1]
Bas.: *Amphiprora gigantea* Grunow 1860
E. gigantea var. *decussata* (Grunow) Nizam. 1982 [2; 4]
Bas.: *Amphiprora decussata* Grunow ex Cleve et Grunow 1880;
Syn.: *Entomoneis decussata* (Grunow) Osada et Kobayasi 1990
E. gigantea var. *sulcata* (O'Meara) Gusl. 2002 [1; 4; 6]
Bas.: *Amphiprora sulcata* O'Meara 1871;
Syn.: *Amphiprora gigantea* var. *sulcata* (O'Meara) Cleve 1894
E. paludosa (W. Sm.) Reimer 1975 [1; 2; 3; 4; 7]
Bas.: *Amphiprora paludosa* W. Sm. 1853
E. paludosa var. *duplex* (Donkin) Nizam. 1982 [3; 4]
Bas.: *Amphiprora paludosa* var. *duplex* Donkin 1858
E. venusta (Grev.) Gusl. 2002 [4]
Bas.: *Amphiprora venusta* Grev. 1865

Auriculaceae Hendey 1964

***Auricula* Castrac. 1873**

Auricula intermedia (F.W. Lewis) Cleve 1894 [3; 4]
Bas.: *Amphora intermedia* F.W. Lewis 1865

***Proboscidea* Paddock et P.A. Sims 1980**

Proboscidea insecta (Grunow ex A.W.F. Schmidt) Paddock et P.A. Sims 1980 [3; 4]
Bas.: *Amphora insecta* Grunow ex A.W.F. Schmidt et al. 1876;
Syn.: *Auricula insecta* (Grunow ex A.W.F. Schmidt et al.) Cleve 1894;
Auricula inserta Cleve 1894

Surirellaceae Kütz. 1844

***Petrodictyon* D.G. Mann ex Round et al. 1990**

Petrodictyon gemma (Ehrenb.) D.G. Mann ex Round et al. 1990 [2; 3; 4]
Bas.: *Surirella gemma* Ehrenb. 1840

***Surirella* Turpin 1828**

- Surirella angustata* Hust. 1930 [1]
S. angustata var. *constricta* Hust. [2]
S. brebissonii Krammer et Lange-Bert. 1987 [2]
 Syn.: *Surirella ovata* sensu Hust. 1930; *Surirella ovata* var. *marina* Bréb. ex Rabenh. 1867
S. brebissonii var. *kuetzingii* Krammer et Lange-Bert. 1987 [1; 2; 3; 4]
 Syn.: *Surirella ovata* Kütz. 1844; *Surirella ovalis* f. *ovata* (Kütz.) Mayer 1919; *Surirella minuta* Bréb. ex Rabenh., *Surirella ovalis* var. *minuta* (Bréb.) Van Heurck, *Surirella ovalis* var. *ovata* (Kütz.) Van Heurck 1885
S. fastuosa (Ehrenb.) Ehrenb. 1843 [1; 2; 3; 4; 5; 6]
 Bas.: *Navicula fastuosa* Ehrenb. 1840
S. hybrida var. *balteum* (Brun) H. Perag. et Perag. 1899 [2]
 Bas.: *Surirella balteum* Brun 1891;
 Syn.: *Surirella lorenziana* var. *balteum* (Brun) Deby 1896
S. ovalis Bréb. 1838 [1; 2; 3; 4]
 Syn.: *Surirella ovata* var. *ovalis* (Bréb.) Kirchn. 1878
S. ovata var. *pinnata* (W. Sm.) Hust. 1930 [2; 3; 4]
 Bas.: *Surirella pinnata* W. Sm. 1853;
 Syn.: *Surirella minuta* var. *pinnata* (W. Sm.) Grunow 1862; *Surirella ovalis* var. *pinnata* (W. Sm.) Van Heurck 1885; *Surirella ovata* var. *pinnata* (W. Sm.) Brun 1880
S. ovata var. *salina* (W. Sm.) Rabenh. 1864 [2; 3; 4]
 Bas.: *Surirella salina* W. Sm. 1851;
 Syn.: *Surirella ovalis* var. *salina* (W. Sm.) Van Heurck 1896; *Surirella ovalis* var. *salina* (W. Sm.) Cleve-Euler 1952
S. pandura H. Perag. et Perag. 1899 [3; 4]
S. striatula Turpin 1828 [1; 2; 3; 4]
 Bas.: *Navicula striatula* (Turpin) Ehrenb. 1832;
 Syn.: *Surirella arcuata* W.Sm.
S. striatula var. *glabrostriata* Proshk.-Lavr. 1963 [4]
S. subtilis Proshk.-Lavr. 1963 [3; 4]
S. turgida W. Sm. 1853 [4]
 Syn.: *Surirella biseriata* var. *turgida* (W. Sm.) Cleve-Euler 1952

***Campylodiscus* Ehrenb. ex Kütz. 1844**

- Campylodiscus daemelianus* Grunow ex A.W.F. Schmidt 1874 [3; 4]
C. decorus Bréb. 1854 [1; 3; 4]
 Syn.: *Campylodiscus ralfsii* var. *decorus* (Bréb.) Rabenh. 1864;
 Campylodiscus concinnus var. *decorus* (Bréb.) Cleve et J.D. Möller 1879
C. echeneis Ehrenb. ex Kütz. 1844 [2; 3; 4]
 Bas.: *Coronia (Campylodiscus) echeneis* (Ehrenb.) Ehrenb. 1912
C. fastuosus Ehrenb. 1845 [1]

C. thuretii Bréb. 1854 [2; 3; 4; 6]

C. thuretii var. *lineolatus* Proshk.-Lavr. 1955 [2; 3; 4]

***Cymatopleura* W. Sm. 1851**

Cymatopleura elliptica (Bréb.) W. Sm. 1851 [1; 3; 4]

Bas.: *Surirella elliptica* Bréb. ex Kütz. 1844

Cymatopleura solea (Bréb.) W. Sm. 1851 [2; 3; 4]

Bas.: *Surirella solea* Bréb. ex Bréb. et Godey 1838;

Syn.: *Cymatopleura librile* (Ehrenb.) Pant. 1902, *Cymbella solea* Bréb. 1835, *Navicula librile* Ehrenb. 1832

Примечание: * – виды из числа новых для диатомовой флоры Черного моря; *** – виды из числа описанных нами ранее как новые для науки [Witkowski et al., 2010; Nevrova et al., 2013, 2014].;

Источник публикации о нахождении вида диатомовых водорослей в северо-западной части Черного моря

- [1] – Black Sea Biological Diversity (1998) / Comp. A. Konsulov ; Institute of Oceanology BAS / (GEF Black Sea Environmental Series). New-York : United Nat. Publ. 5: Bulgaria. 131 p.
- [2] – Black Sea Biological Diversity (1997) / Comp. A. Petranu ; Romanian Marine Research Institute / (GEF Black Sea Environmental Series). New-York : United Nat. Publ. 4. Romania. 314 p.; Bodeanu N. Structure et dynamique de l'algoflore unicellulaire dans les eaux du littoral Roumain de la mer Noire / Bodeanu N. Cercetari Marine "Recherches Marines" (1987–1988). 20/21. P. 19–251; Căraus I. (2012) The algae of Romania : A distributional checklist of actual algae [third version]. 809 p. [Studii si Cercetari. Biologie ; Universitatea Bacau [version 2.3] (2002). 7. 694 p.
- [3] – Black Sea Biological Diversity. (1998) / Comp. Yu. Zaitsev and V. Mamaev / (GEF Black Sea Environmental Series). N.-Y.: United Nat. Publ. 7: Ukraine. 352 p. ; Прошкина-Лавренко А. И. Диатомовые водоросли планктона Чёрного моря. Москва–Ленинград : Изд-во АН СССР, 1955. 222 с.; Прошкина-Лавренко А. И. (1963) Диатомовые водоросли бентоса Черного моря / Ред. В.П. Савич. Москва–Ленинград : Изд-во АН СССР. 244 с.
- [4] – Гусяков Н. Е., Закордонец О. А., Герасимюк В. П. (1992) Атлас диатомовых водорослей бентоса северо-западной части Чёрного моря и прилегающих водоемов. Киев : Наук. думка. 115 с.; Гусяков М. О. (2002) Діатомові водорості бентосу Чорного моря та суміжних водойм (морфологія, систематика, екологія, біогеографія): рукопис дис. на здоб. наук. ступ. д.б.н. за спец. 03.00.05 – ботаніка. Київ. 336 с.; Гусяков М. О., Ковтун О. О. (2000) Водорості мезофітопсаммону Чорного моря // Вісник ОНУ. 5 (1). С.129–134.

- [5] – Рябушко Л. И. (1991) Микрофитобентос Филлофорного поля Зернова; АН УССР, ИнБЮМ им. А. О. Ковалевского. Севастополь. 28 с. Деп. ВИНТИ 02.07.1991, № 2981–В-91.
- [6] – Неврова Е. Л. (2014 а) Донные диатомовые водоросли (Bacillariophyta) в районе Филлофорного поля Зернова (северо-западная часть Чёрного моря): таксономическое разнообразие и структура таксоцены // Мор. экол. журн. 13 (3). С. 47–58; Неврова Е. Л. (2015) Бентосные диатомовые водоросли (Bacillariophyta) Черного моря: разнообразие и структура таксоценов различных биотопов: рукопись дисс. на соиск. уч. степ. докт. биол. наук : спец. 03.02.01 – ботаника и 03.02.10 – гидробиология. Москва. 445 с.; Nevrova E., Witkowski A., Kulikovskiy M., Lange-Bertalot H., Kociolek J. P. (2013) A revision of the diatom genus *Lyrella* Karayeva (Bacillariophyta: Lyrellaceae) from the Black Sea, with descriptions of five new species // Phytotaxa. 83 (1). P. 1–38.
- [7] – Тарасенко А. А., Теренько Л. М. (2008) Особенности экологии и распределения диатомовой водоросли *Attheya decora* West, 1860 в Одесском заливе (Черное море) // Вісник Одеського нац. ун-ту ім. І. І. Мечникова. Сер. Біологія. 13 (14). С. 111–117; Снигирева А. А., Ковалева Г. В. (2015) Диатомовые водоросли песчаных кос северо-западной части Черного моря // Альгология. 25 (2). С. 148-174; Snigireva A. A., Kovaleva G. V. (2015) Diatom algae of sandy spits of the northwestern part of the Black Sea (Ukraine) // Int. J. on Algae. 17 (2). P. 107–130. Снигирева А. А. (2015) Особенности формирования сообщества фитопсаммона северо-западной части Черного моря: рукопись дисс. на соиск. уч. степ. канд. биол. наук : спец. 03.00.17 – гидробиология. Одесса. 175 с.

Знак информационной
продукции **16+**

Научное издание

**Е.Л. Неврова, А.А. Снигирева,
А.Н. Петров, Г.В. Ковалева**

**РУКОВОДСТВО
ПО ИЗУЧЕНИЮ МОРСКОГО МИКРОФИТОБЕНТОСА
И ЕГО ПРИМЕНЕНИЮ ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СРЕДЫ**

«Н.Орианда»™
ИП Пинчук А.В. 23 № 008849391 от 13.11.2014 г.

Подписано к печати с оригинал-макета 08.12.2015.
Формат 70х100 1/16. Гарнитура «Ариал». Печать офсетная.
Усл. печ. л. 14,7. Тираж 300 экз. Заказ №

«Н.Орианда»™ 295000 г. Симферополь
Тел. 7 (3652) 25-99-39, 7 (978) 79-33-709
E-mail: n-orianda@mail.ru, <http://n-orianda.ru>

Полиграфическое исполнение:
ООО «Фирма «Салта» ЛТД»
Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Коммунальная, 24/3
тел.: 7 (3652) 24-84-72. www.saltaprint.com